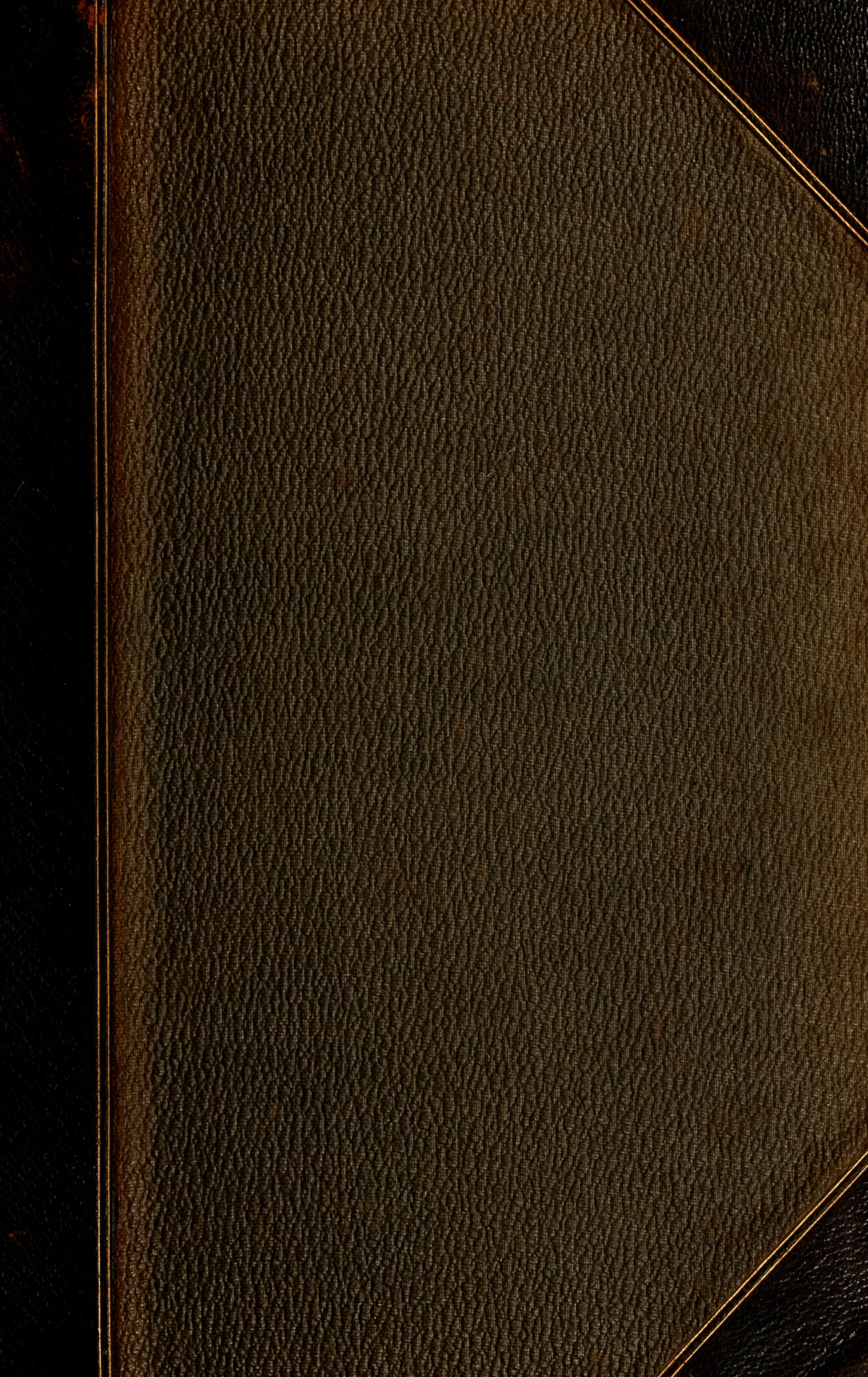
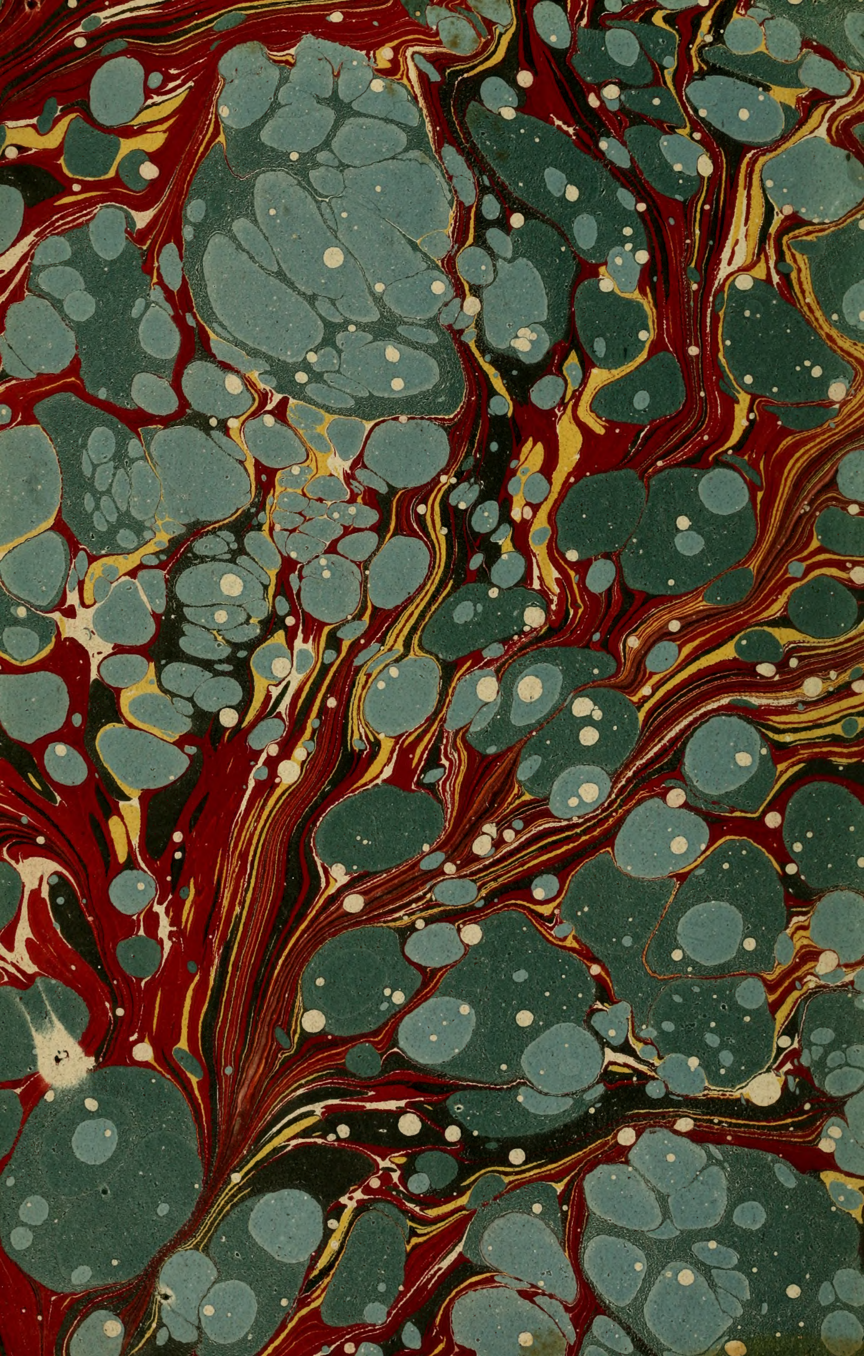
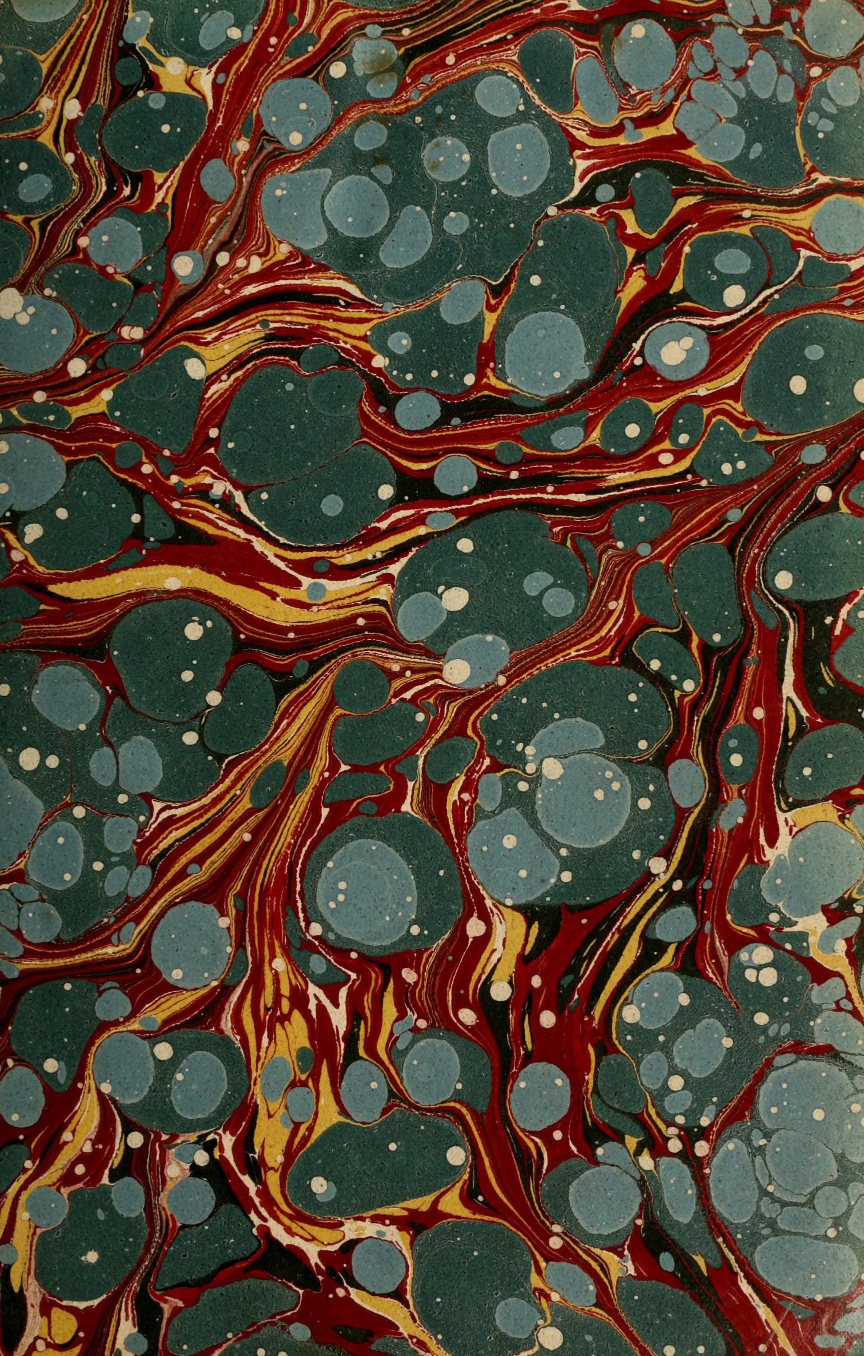
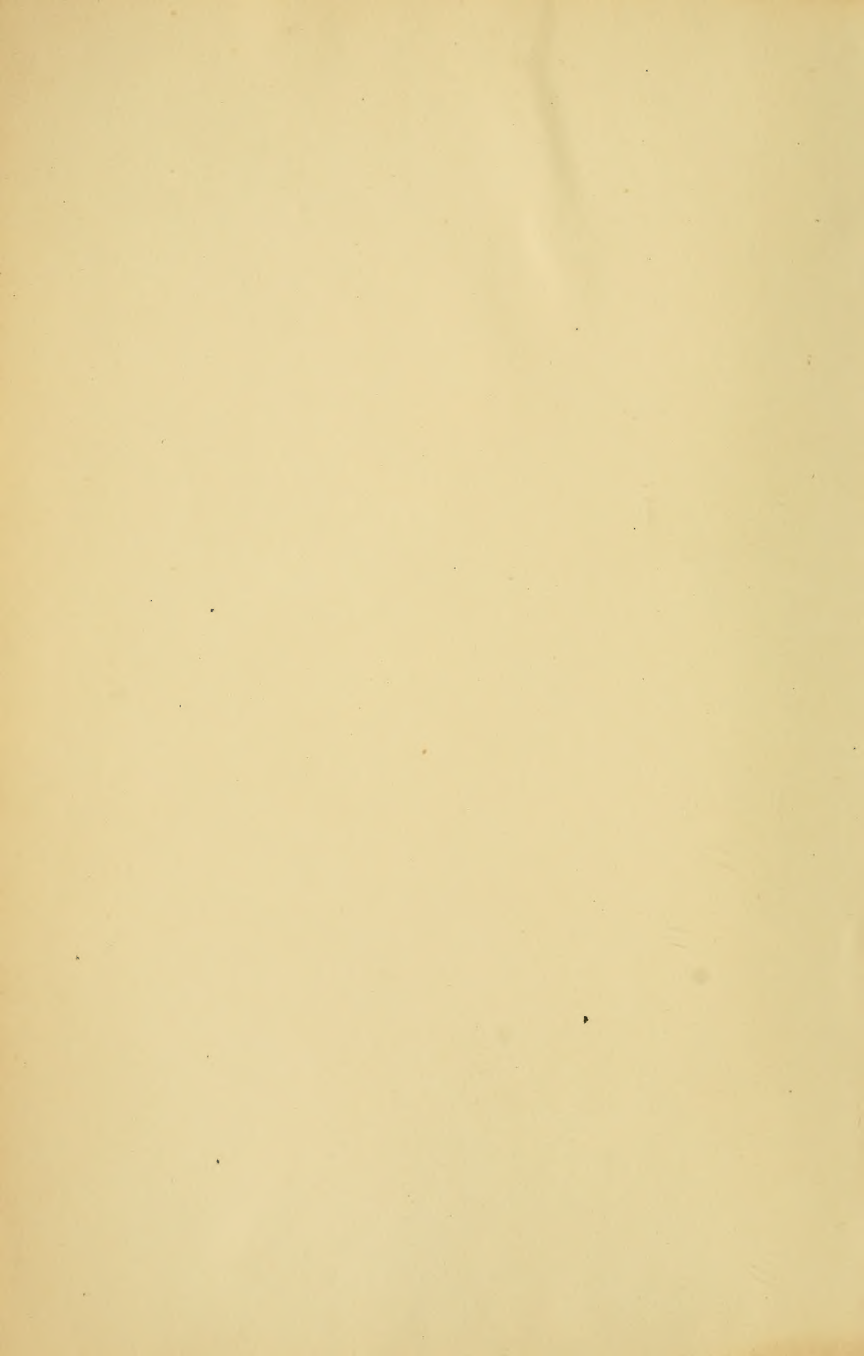
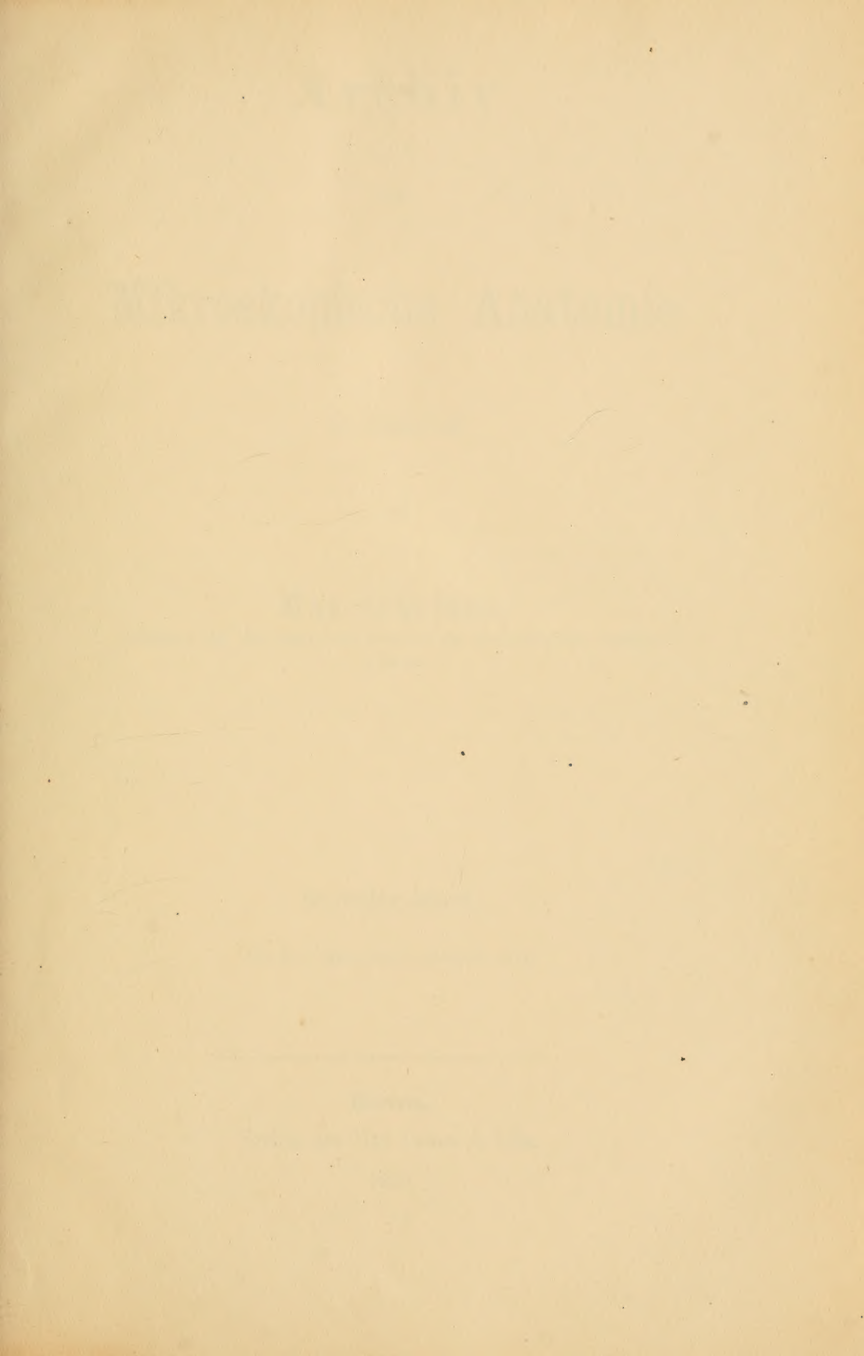












Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Sechster Band.

Mit 30 Tafeln und 5 Holzschnitten.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1870.

Inhalt.

Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen.

Von

Dr. **G. Schwalbe.**

Hierzu Tafel I—III.

Während die Lymphbahnen der meisten Körpertheile in den letzten Jahren nach und nach durch emsige Forschung bekannt geworden sind, blieben die eines so wichtigen Organes, wie das Auge ist, so gut wie unbekannt. Innerhalb des Augapfels haben wir bisher nur in der Retina durch die Arbeiten von His[1]) mit Sicherheit lymphatische Wege in der Gestalt von perivasculären Kanälen kennen gelernt. Bei der hohen Wichtigkeit, welche eine genaue Kenntniss der Lymphbahnen innerhalb des Augapfels und ihrer Abflusswege für das Verständniss der intraoculären Druckverhältnisse und für die practische Augenheilkunde hat, musste es höchst wünschenswerth erscheinen, diese Lücke in unserem Wissen ausgefüllt zu sehen, und ist es der Zweck der vorliegenden Abhandlung, dazu etwas beizutragen. Ich werde in derselben zunächst die hinteren Lymphbahnen des Auges behandeln, indem ich die des vorderen Augenabschnittes in einer späteren Arbeit zu besprechen gedenke.

Nach der Lage im Auge und der Richtung der Abflusswege lassen sich nämlich die beiden genannten Gruppen von Lymphbahnen scharf trennen. Der Ciliarkörper bildet die Grenze zwischen den vorderen und hinteren Systemen. Zu letzteren gehört das Stromgebiet der perivasculären Räume der Retina, ferner das System des

---

1) Ueber ein perivasculäres Kanalsystem in den nervösen Centralorganen und über dessen Beziehungen zum Lymphsystem. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1865 und Verhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft in Basel IV, 2. 1866.

Perichorioidalraums und seiner Abflusswege, über welche ich bereits früher kurz berichtet habe [1]); endlich gehört hierher ein zwischen der inneren und äusseren Opticusscheide gelegener Lymphraum, der, ohne mit den beiden anderen Systemen zu communiciren, direkt in den Arachnoidalraum des Gehirns mündet.

Die vorderen Lymphbahnen des Auges, über welche ich in einer späteren Abhandlung Genaueres mittheilen werde, communiciren durchaus nicht mit den genannten Räumen des hinteren Augenabschnittes. Der Canalis Petiti, die hintere und vordere Augenkammer bilden ein zusammenhängendes Stromgebiet, das in der Gegend des Cornealfalzes seine Abzugskanäle besitzt [2]). Zu demselben Stromgebiete gehören wahrscheinlich auch die Iris und die Processus ciliares. Ein zweites vorderes System wird durch die Lymphgefässe der Conjunctiva gebildet, die nicht, wie ich früher vermuthete, mit der vorderen Augenkammer in Zusammenhang stehen. Endlich wäre als ein drittes System noch hierher zu rechnen das Kanälchennetz der Cornea, dessen Abflusswege noch unbekannt sind.

Dieser kurze Ueberblick mag zur allgemeinen Orientirung genügen. Ehe ich aber zur genaueren Beschreibung der hinteren Lymphbahnen des Auges und ihrer Begrenzungen übergehe, sei es mir gestattet, an diesem Orte Herrn Professor Kühne, der mir die Hülfsmittel des physiologischen Laboratoriums zu Amsterdam für meine Untersuchungen in der liberalsten Weise zur Verfügung stellte, meinen Dank auszusprechen.

1) Medicinisches Centralblatt 1868. Nr. 54 und 1869. Nr. 30.

2) Der Canalis Petiti communicirt, wie ich jetzt finde und später näher erörtern werde, durch feine Spalten der Zonula dicht an der Linse mit der hinteren und durch diese mit der vorderen Augenkammer. Durch Injection in letztere erhält man schon bei sehr niederem Druck (beim Schweinsauge 15 bis 18 Mm. Quecksilber) eine Füllung des episcleralen Venennetzes. Da doppelte Injectionen in die Blutgefässe und vordere Augenkammer keine für die Existenz perivasculärer Kanäle beweisenden Präparate lieferten, solche auch durch andere Methoden nicht demonstrirt werden konnten, so halte ich es für das Wahrscheinlichste, dass eine Communication der als Lymphraum aufzufassenden vorderen Augenkammer mit den Venen schon innerhalb des Cornealfalzes in der Gegend des Schlemm'schen Kanales stattfindet. Ich werde die zu Gunsten dieser Annahme sprechenden Thatsachen in einer ausführlichen Mittheilung vorbringen, Thatsachen, welche es zugleich höchst unwahrscheinlich machen, dass die Regulirung des Druckes in der vorderen Augenkammer bloss durch Filtration in die Blutgefässe stattfinde.

Die hinteren Lymphbahnen des Auges.

1) Das Gewebe der Membrana suprachorioidea.

Suchen wir die Gefässhaut des Auges von der Sclerotica abzuheben, so finden wir bekanntlich, dass dieselbe nur an 2 Stellen, nämlich in der Gegend des Opticus-Eintrittes und in der Nähe des Hornhautfalzes mit der äusseren Bulbus-Haut verwachsen ist, während sie an allen anderen Orten freilich nach Zerreissung der von der Sclera zu ihr hinübertretenden Gefässe und Nervenstämmchen sich leicht ablösen lässt. An den Augen mancher Säugethiere, z. B. des Kaninchens und Schweines, stellt sich diese Ablösung sogar ziemlich glatt her und bilden die vier venae vorticosae, welche hier, wie bei den meisten Säugethieren ungefähr im aequator bulbi austreten, die einzigen wesentlichen Verbindungsbrücken. Dasselbe Verhalten zeigen die von mir untersuchten Vogelaugen (Taube, Huhn, Canarienvogel). Hier besitzen die beiden einander zugekehrten Flächen der Chorioides und Sclera den Glanz und die Glätte seröser Häute. Wenn man aber genauer zusieht, so bemerkt man schon im Kaninchen-Auge, dass während des Abhebens der Aderhaut von der Sclera sich äusserst feine Bälkchen anspannen und leicht zerreissen. Die Zahl dieser feineren Verbindungen ist beim Schwein schon grösser. Beim Menschen endlich, dem Hunde und der Katze, sehen wir sowohl auf der Innenfläche der Sclera, als auf der Aussenfläche der Chorioides nach der Trennung dieser Häute von einander ein zartes flockiges, sehr pigmentreiches Gewebe zurückbleiben, das beide Häute mit einander verband. Dies Gewebe wird jetzt gewöhnlich als Membrana suprachorioidea bezeichnet und als besondere Schicht von der eigentlichen Chorioides unterschieden. Ich kann mich nur zu Gunsten dieser Trennung aussprechen, da die Suprachorioidea sich sowohl durch ihr ganz eigenthümliches Gewebe und durch die Gestalt der Pigmentzellen, als durch den Mangel aller Blutgefässe (abgesehen natürlich von den durch sie zur eigentlichen Chorioides hindurchtretenden) unterscheidet. Freilich geht das Gewebe beider Schichten continuirlich in einander über; aber unzweckmässig ist es, aus diesem Grunde, wie G. Haase[1]) will, diese so practische und natürliche

---

1) Zur Anatomie des Chorioidea. Archiv f. Ophthalmologie XIV, 1. 1868. p. 59.

Trennung zu verwerfen. Werden doch an anderen Organen bloss der Uebersichtlichkeit wegen Schichten unterschieden, die bei weitem nicht so gut charakterisirt sind, als die uns hier interessirenden. Anders dagegen steht es mit der Unterscheidung einer besonderen der Sclerotica anliegenden Lamina fusca. Diese ist nichts Anderes, als der beim Abheben der Aderhaut auf der Sclera zurückbleibende Theil der Suprachorioidea.

Ich erwähnte, dass namentlich im Vogelauge die einander zugekehrten Flächen der Faser- und Aderhaut so glatt und glänzend erscheinen, dass sie an seröse Häute erinnern. Dies Verhalten ist auch schon älteren Anatomen aufgefallen und bestimmte F. Arnold[1]) zu der Ansicht, dass der Raum zwischen Chorioides und Sclerotica wirklich als ein seröser Sack anzusehen sei, dass eine besondere Arachnoidea oculi existire, welche die innere Seite der Sclerotica überziehe und sich vorn auf die Chorioides umschlage. Wir werden unten sehen, wie richtig Arnold hierin geurtheilt hat, dürfen uns aber nicht verhehlen, dass seine Beweise, da sie lediglich dem makroskopischen Befunde entnommen waren, späteren Forschern und namentlich den Histologen nicht genügen konnten. Es musste vor allen Dingen der Beweis geführt werden, dass die Arachnoidea oculi auch im feineren Bau mit den serösen Häuten übereinstimme, ein Beweis, der bei dem damaligen Standpunkte der histologischen Kenntnisse und Methoden nicht geführt worden konnte. Es darf uns daher nicht wundern, dass E. Brücke[2]) in seiner ausgezeichneten Beschreibung des menschlichen Augapfels, gestützt auf eine genaue mikroskopische Untersuchung der betreffenden Gewebe, sich gegen die Existenz eines serösen Sackes zwischen Chorioides und Sclera ausspricht. Seit dieser Zeit sind dann die Arnold'schen Angaben in Vergessenheit gerathen.

Mit Hülfe der uns jetzt zu Gebote stehenden histologischen Methoden ist es nun nicht schwer, den Beweis zu liefern, dass die Wandungen der zwischen Choriodes und Sclerotica befindlichen Höhlensysteme in ihrem feineren Bau wirklich den serösen Häuten ähnlich sind. Die grösste Uebereinstimmung zeigen sie aber mit dem Bau

1) Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen 1832.

2) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847. p. 42.

der Lymphsäcke. Die Berechtigung zu diesem Vergleich ergiebt sich, wenn wir nachgewiesen haben, dass die betreffenden Hohlräume von einem Endothel continuirlich überzogen sind.

Sehen wir zunächst, welche Resultate hier die v. Recklinghausen'sche Silbermethode giebt, eine Methode, welche jetzt wohl wenigstens in Betreff ihrer Anwendung auf die Sichtbarmachung von »Epithelien« zu allgemeiner Anerkennung gelangt ist. Die unzweifelhaftesten Resultate erhält man, wenn man die Chorioides eines weissen Kaninchens mit einer 1/4 procentigen Lösung von Argentum nitricum behandelt. Der gänzliche Mangel des Pigments erleichtert hier die Erkennung und das Verständniss der Silberbilder. Die sehr zarte Aderhaut muss zu diesem Zweck nach Abpinselung der Retina vorsichtig von der Sclera abgezogen werden; eine halbe Minute Eintauchens in die Silbersalpeterlösung genügt, um die gewünschten Bilder zu erhalten. Eine so behandelte Chorioides lässt zunächst bei der Einstellung auf ihre innere Oberfläche sehr schön das regelmässig sechseckige Epithel der Retina, das natürlich hier pigmentlos ist, erkennen. Stellt man nun die äussere Oberfläche der Chorioides ein, so bemerkt man ebenfalls ein Netzwerk schwarzer Silberlinien, das aber weit grössere Maschen einschliesst, wie die Zusammenstellung beider Silberbilder in Fig. 7 zeigt. Die Grösse der Maschen dieses äusseren Netzes schwarzer Silberlinien ist nicht constant, ebensowenig wie die Form und Begrenzung der Felder. Es kommen fast regulär sechseckige neben den verschiedensten anderen polygonalen Figuren vor. Die schwarzen Grenzlinien verlaufen bald gerade, bald in zahlreichen Biegungen und Schlängelungen. Doch muss ich hervorheben, dass möglichst vorsichtig behandelte Objekte meist gerade verlaufende Silberlinien zeigen. Im Allgemeinen sind die vorwiegend nach einer Dimension ausgedehnten Felder die seltneren; es überwiegen mehr gleichmässig nach allen Richtungen der Fläche extendirte; kurz, es gleicht die uns hier vorliegende Silberzeichnung ganz derjenigen, welche man erhält, wenn man die Wandungen der grossen Lymphsäcke des Frosches der Einwirkung desselben Reagens aussetzt.

Haben wir uns ein grösseres Stück Chorioides verschafft und mit Silber imprägnirt und durchmustern wir nach und nach dessen ganze äussere Oberfläche, so werden wir in den meisten Fällen Lücken in der Silberzeichnung finden. Genauere Untersuchung mittelst starker Systeme ergiebt, dass hier die Schicht, auf welcher das

Silbernetz haftet, defekt ist, so dass das eigentliche Stroma der Chorioides frei zu Tage tritt, meist auf sehr unregelmässige Weise durch Argentum nitricum gefärbt. Man erkennt deutlich, wie da, wo das Silbernetz aufhört, auch eine äusserst zarte feinkörnig getrübte Membran, die sich wie ein zarter Schleier über die Aussenfläche der Aderhaut hinzieht, mit unregelmässig gerissenem, matt conturirtem Rande aufhört. Bei unvorsichtig abgehobener Chorioides findet man oft nur Fetzen vom Silbernetz. Diese Erscheinungen finden ihre einfache Erklärung darin, dass leicht Theile der zarten Membran beim Abziehen der Aderhaut auf der Sclera sitzen bleiben. Behandelt man die Innenfläche der letzteren ebenfalls mit Silbersalpeter, so erhält man ein ganz ähnliches Netzwerk schwarzer Linien, wie auf der Aussenfläche der Chorioides; nur fehlen die Lücken im Netzwerk; es sind ferner die Felder viel regelmässiger, die schwarzen Linien meist gerade, wohl deshalb, weil hier Präparate leicht ohne Zerrung herzustellen sind. Nicht selten bemerkt man an einigen Stellen anstatt einer zwei Schichten sich deckender Silberlinien was uns nach dem vorhin von der Aderhaut Berichteten nicht Wunder nehmen kann. Die oberste Schicht ist eben ein Stück der feinen Membran, welche die Aussenfläche der Chorioides bekleidet und beim Abziehen auf der Sclera sitzen geblieben ist.

Betrachten wir uns nun das Silbernetz auf der Aussenfläche der Aderhaut etwas genauer, so fallen uns ausser den grösseren, offenbar als Membrandefekte aufzufassenden Lücken kleinere auf, meist nur von der Grösse eines Silberfeldes, die sich dadurch auszeichnen, dass ihre Ränder nicht von scharfen schwarzen Linien begrenzt werden, sondern von einem Saume brauner körniger Masse umgeben sind (Fig. 8 bei a). Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass diese Bilder den Rissstellen feiner Verbindungsbälkchen zwischen Sclera und Chorioides entsprechen. Sodann finden sich Felder, die bedeutend kleiner, als die übrigen sind, offenbar dieselben Bildungen, welche Auerbach [1]) als Schaltplättchen bezeichnet (Fig. 8 bei d). Die kleinsten derselben gleichen ganz den kleinen spindelförmigen Feldern, welche von v. Recklinghausen [2]) für Oeffnungen (Stomata)

---

1) Untersuchungen über Lymph- und Blutgefässe. I. Zur Anatomie der Lymphgefässe, im Besonderen derjenigen des Darmes. Virchow's Archiv. Bd. 33. 1865.

2) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862. p. 83.

im Epithel der Lymphgefässe gehalten wurden Ich werde in einem Anhang zu diesem Kapitel mich über die Entstehung dieser Silberbilder aussprechen, will hier aber gleich bemerken, dass ich in allen Fällen, wo ich solche »Stomata« sah, mich vom einem Durchbrochensein der Membran durchaus nicht überzeugen konnte. Der feinkörnige trübe Grund war vielmehr innerhalb eines jeden Stoma deutlich zu erkennen. Von diesen kleinen spindelförmigen Silberfeldern finden sich nun die manigfachsten Uebergänge bis zu den bekannten knoten- oder spindelförmigen Anschwellungen der Silberlinien (Fig. 8 b), die in den Silbernetzen auf der Chorioides keine seltene Erscheinung sind. Endlich erblickt man an jedem Präparat innerhalb der Felder bald mehr bald weniger zahlreich verstreute schwarze Silberkörner, die in ihrem optischen Verhalten ganz den Silberlinien gleichen. Wenn dieselben sich reichlich gebildet haben, so erhalten wir Bilder, wie sie Auerbach schon von den Lymphgefässen der Darmwand beschreibt. Es nehmen in diesem Falle die Silberkörner mehr oder weniger dicht fast den ganzen Raum eines Silberfeldes ein, nur einen lichten runden oder ovalen Fleck frei lassend, den Auerbach als Kern der von den schwarzen Linien begrenzten Zelle annimmt. Fig. 12 ist nach einem Präparate von der Innenfläche der Sclera einer Katze gezeichnet und giebt diese Verhältnisse wieder. Auch ich stehe nicht an, die lichten Flecke für Kerne zu halten, muss aber bemerken, dass man aus solchen Bildern keine Schlüsse für die Gestalt des Kernes der Endothelien ziehen darf. Nach unserer Figur würden wir ihn für kreisrund halten, während ich gleich zeigen werde, dass er in der Regel einen elliptischen Contur besitzt.

Wir dürfen uns indessen nicht mit diesen Bildern begnügen, wenn wir die Existenz von Kernen innerhalb der von den schwarzen Linien begrenzten Felder beweisen wollen. Nichts ist aber leichter, als sich zweifellos von ihrer Existenz auch schon an Silberpräparaten zu überzeugen. Allerdings werden sie im Allgemeinen durch die Silberbehandlung undeutlich, worauf ja so oft schon aufmerksam gemacht ist; einer aufmerksamen Beobachtung entgehen sie jedoch in unserem Falle nicht. In Fig. 9 bilde ich zwei Felder ab, deren jedes einen elliptischen Kern nahe am Rande enthält. Diese randständige Lage des Kerns ist beim Kaninchen die gewöhnliche, während er nach Fig. 12 zu schliessen bei der Katze mehr central zu liegen scheint. Nie gehen aber die Silberlinien über einen Kern

hinweg; immer liegt er innerhalb des von jenen abgegrenzten Feldes.

Um ganz sicher zu gehen, um nicht etwa Kerne des tiefer liegenden Gewebes für die Kerne der Endothelien zu halten, wird es nöthig, die das Silbernetz enthaltende Schicht gänzlich zu isoliren. Dies gelingt am besten an Scleren, die nach der Silberimprägnation einen Tag lang in verdünntem Glycerin gelegen haben. Es lassen sich dann kleine Fetzen eines äusserst zarten feinkörnig getrübt erscheinenden Häutchens isoliren, die noch die Abgrenzung in regelmässige Felder zeigen (Fig. 10). In jedem dieser Felder erkennt man ohne Mühe einen blassen Kern mit elliptischem Contur, der meist eine randständige Lage besitzt. Meine Bemühungen, diese Endothelfetzen entsprechend den Silberlinien in kernhaltige Plättchen zu zerlegen, sind erfolglos gewesen; es gelang mir hier durch keines der Mittel, welche sonst zur Isolirung von Zellen in Anwendung gezogen werden, selbst nicht durch Anwendung 35 procentiger Kalilauge, einen solchen Zerfall des Häutchens zu bewirken; es verhält sich also die uns hier interessirende feine Membran ganz so wie die Endothelhäutchen der Lymphgefässe des Darmes nach den Untersuchungen von Auerbach. Auch das Endothel der Lymphsäcke des Frosches ist bekanntlich [1]) schwer in Plättchen zu zerlegen. Es kann uns daher auch nicht wundern, dass an unserem Objekt die Ränder der Endothelfetzen nur in seltenen Fällen (z. B. bei a Fig. 10) mit den Silberlinien zusammen fallen; meist durchsezten die Grenzen der isolirten Fetzen die Silberlinien auf die verschiedenste Weise und an einigen Stellen ragen letztere auf kurze Strecken sogar wie schwarze Stäbchen frei hervor (Fig. 10 b), während an anderen Stellen Stückchen der Silberlinien abgebröckelt sind [2]), ohne dass die zarte Membran dadurch defekt geworden wäre. Dies Verhalten scheint mir wichtig genug für die Frage nach der Bedeutung und Entstehung der Silberlinien, und werde ich im Anhang zu diesem Kapitel meine Beobachtungen darüber mittheilen.

Man sieht also, die Auskleidung unseres Perichorioidalraumes verhält sich genau so, wie die der Lymphsäcke des Frosches und

---

1) Vergl. Eberth und Broueff: Zur Kenntniss der Epithelien. 2. Ueber das Epithel der Lymphräume. Würzburger naturw. Zeitschr. V.

2) Vergl. Auerbach l. c. p. 380, wo er eine analoge Beobachtung erwähnt.

der Lymphgefässe des Darms. Wir erhalten hier wie dort dieselben Silberbilder; hier wie dort lässt sich mit derselben Leichtigkeit ein zartes Häutchen als Substrat der Silberlinien isoliren. Aber auch ohne vorhergehende Silberbehandlung gelingt es leicht, sich von dem Vorhandensein eines solchen Endothelhäutchens zu überzeugen. Zieht man an Kaninchenaugen, die einige Zeit in Müller'scher Flüssigkeit oder in dreiprocentigen Lösungen von doppeltchromsaurem Kali gelegen haben, die auf der Innenseite der Sclera oder auf der Aussenfläche der Chorioides befindliche zarte Schicht, also das, was hier die Suprachorioidea repräsentirt, ab und zerzupft dieselbe auf dem Objektträger, so erhält man sehr leicht mehr oder weniger grosse Fetzen einer zarten glashellen strukturlosen Membran mit eingestreuten elliptischen Kernen, welche oft noch ein Kernkörperchen erkennen lassen. In Fig. 22 habe ich einen solchen Fetzen abgebildet. Bei a sieht man die elliptischen Kerne von der Fläche; bei b ist ein solcher im Profil zu sehen und man erkennt aus der Combination beider Bilder, dass die Gestalt der Kerne keinem Rotationsellipsoid entspricht, sondern einer biconvexen Scheibe mit elliptischem Umriss. Bei c, c sind Pigmentzellen der unterliegenden Gewebsschichten an der Endothelmembran haften geblieben. Da Grösse [1]), Gestalt und Abstand der Kerne von einander vollständig den an Silberbildern gefundenen Verhältnissen entsprechen, so ist es wohl als gewiss anzunehmen, dass wir es in beiden Fällen mit denselben Gebilden, mit einer den Perichorioidalraum und dessen Ausbuchtungen continuirlich bekleidenden Endothelmembran zu thun haben.

So leicht nun die Silbermethode beim weissen Kaninchen klare überzeugende Bilder giebt, so schwierig ist es oft, sich an pigmentirten Augen von der Existenz analoger Verhältnisse zu überzeugen. Hier setzt uns jedoch eine längere Behandlung der zu untersuchenden Augen mit Müller'scher Flüssigkeit stets leicht in den Stand, die Existenz eines Endothelhäutchens unzweifelhaft nachzuweisen.

Sehen wir zuerst wieder, welche Resultate die Silbermethode giebt. Bei denjenigen Thieren, wo das perichorioidale Höhlensystem weniger entwickelt ist, die Suprachorioidea also eine geringere Mächtigkeit hat, wie beim Schwein, ist es ziemlich leicht, ein regelmässiges Silbernetz auf der Wand dieser Räume hervorzurufen (Fig. 11).

---

1) Die Länge der Kerne beträgt 14, die Breite, in der Flächenansicht gemessen, 7 bis 8 Mikromillimeter,

Man benutze aber zu diesem Zweck bei allen pigmentirten Augen nicht die Chorioides, da deren Aussenfläche hier zu rauh ist und der Pigmentreichthum die Resultate der Silbereinwirkung schwieriger erkennen lässt, sondern die Sclerotica, deren Innenwand meist ziemlich glatt bleibt und relativ wenig Pigment in der sogenannten Lamina fusca enthält. Allerdings wird es bei der grossen Dicke der Sclera dieser Thiere nothwendig, so viel wie möglich von der Aussenwand derselben abzutragen, wobei man jedoch äusserst vorsichtig verfahren muss, um nicht die Silberbilder auf der Innenwand zu zerstören. Auf diese Weise wird man leicht durchsichtige Stellen gewinnen, die nun in der That das Silbernetz oft mit derselben überraschenden Regelmässigkeit wie auf der Sclera des weissen Kaninchens zeigen (Fig. 11). Nicht so leicht zu verstehen sind zuweilen die Silberbilder, welche man von denselben Localitäten stärker pigmentirter Augen z. B. vom Hunde und der Katze erhält. Hier bildet einerseits die Rauheit der betreffenden Oberflächen, die durch die zahlreichen durchrissenen Verbindungsbrücken der beiden Augenhäute bedingt wird, ein störendes Moment bei der Bildung der Silberlinien, da nicht alle Theile der Oberfläche auf die gleiche Weise von der Silbersalpeterlösung afficirt werden; andrerseits bedingen die platten Pigmentzellen, welche hier ein sehr wesentliches Element bei der Zusammensetzung der Häute der Suprachorioidea bilden, eigenthümliche Silberlinien, die das Verständniss der Präparate erschweren. Man findet nämlich neben Silberlinien, welche die gewöhnlichen regelmässigen Felder begrenzen, andere, welche genau dem Contur der Pigmentzellen folgen (Fig. 14 a), während andere Pigmentzellen ohne scharfe Begrenzung ganz innerhalb eines Silberfeldes liegen (Fig. 14 b). Erstere bilden entweder pigmentirte Bausteine in der Mosaik der farblosen Zellen oder liegen rings von einer Silberlinie umschlossen ebenfalls innerhalb eines Silberfeldes, gleichsam eine Insel in demselben vorstellend (Fig. 14 a'). Da nun namentlich beim Hunde und dem Menschen oft grosse Strecken der elastischen Lamellen der Suprachorioidea, auf deren feinere Struktur ich gleich eingehen werde, regelmässig neben einander liegende mit ihren Rändern sich ganz oder theilweise berührende überaus platte Pigmentzellen enthalten, auf deren Aehnlichkeit mit Plattenepithelien schon andere Forscher [1]) aufmerksam gemacht

1) Siehe Henle Lehrbuch der Eingeweidelehre p. 616.

haben, so lag es nahe, zu vermuthen, es möchten diese platten Pigmentzellen in eine Kategorie mit den farblosen Endothelzellen zu bringen und als pigmentirte Endothelien anzusehen sein. Allein schon eine nähere Betrachtung der Silberbilder musste diese Annahme als unberechtigt erweisen. Denn an anderen Stellen durchkreuzten die Silberlinien geradezu die Kerne der Pigmentzellen; es hätte also, wäre obige Annahme richtig gewesen, die eine Hälfte des Kerns zur einen, die andere zur anderen Endothelzelle gehören müssen, was wohl Niemand annehmen wird. In Fig. 13 habe ich ein Silberpräparat von der Innenseite der Sclerotica einer Katze abgebildet, an welchem man die Unabhängigkeit des Verlaufs der Silberlinien von der Anordnung der Pigmentzellen deutlich erkennen kann. Hier fehlen die die Pigmentzellen begrenzenden schwarzen Linien vollständig; es finden sich nur solche, welche Zelle oder Kern kreuzen. Nach solchen Bildern kann wohl keine Rede mehr davon sein, dass die oben erwähnten, rings von Silberlinien eng umschlossenen Pigmentzellen als pigmentirte Endothelien anzusehen seien, da sie offenbar unter der die Silberlinien tragenden Gewebsschicht liegen. Wir müssen uns deshalb nach einer anderen Erklärung für diese Linien umsehen, die, da sie eng mit der Frage nach der Entstehung der Silberlinien zusammenhängt, erst im Anhang zu diesem Kapitel gegeben werden kann.

Ich habe endlich auch an menschlichen Augen mich bemüht, durch Silberbehandlung eine Endothelzeichnung auf den das perichorioidale Höhlensystem begrenzenden Häuten zu erhalten; mir ist es aber bis jetzt nicht geglückt, befriedigende Bilder zu erhalten, was man wohl unbedenklich dem Umstande zuschreiben kann, dass die Augen, die ich zur Untersuchung erhielt, nicht mehr frisch waren. Bekanntlich ist aber die Anwendung frischer Gewebe ein Haupterforderniss für das Gelingen der Silberbilder. Mittelst anderer Methoden, z. B. nach Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit gelingt es aber gerade am menschlichen Auge sehr leicht, sich vom Vorhandensein einer Endothelmembran zu überzeugen, die sich ganz ebenso verhält, wie die mittelst derselben Methode von anderen Augen (Kaninchen, Hund, Katze, Schwein) gewonnenen zarten glashellen kernführenden Endothelhäutchen, ganz so ferner, wie die von Auerbach isolirten Endothelhäutchen der Lymphgefässe des Darms. Die Erörterung dieser Verhältnisse macht aber ein Eingehen auf die so interessante Structur der Suprachorioidea unumgänglich nothwen-

dig, und wollen wir deshalb, die des Menschen als Beispiel wählend, uns dieses Gewebe nunmehr ein wenig genauer ansehen.

Eine vortreffliche Beschreibung desselben, welche unserer Betrachtung als Grundlage dienen kann, findet sich in Henle's[1]) Anatomie. Die Suprachorioidea des Menschen besteht aus zahlreichen, ein Maschenwerk bildenden Lamellen, die ihrer physikalischen Eigenschaften wegen als elastische Lamellen bezeichnet werden müssen. Es gelingt nämlich hier ebensowenig, wie mit der elastischen Intima und den gefensterten Häuten der Arterien, die betreffenden Lamellen glatt auf dem Objektträger auszubreiten. Fast immer wird man zahlreiche gefaltete und umgerollte Membranen im Präparat bemerken. Bei mikroskopischer Untersuchung der frischen Suprachorioidea bemerkt man an jeder Lamelle innerhalb einer glashellen homogenen Grundsubstanz constant 3 verschiedene Formelemente: 1) ein feines oder gröberes Netzwerk glänzender Fasern, die sich durch ihre Resistenz gegen Säuren und Alkalien alsbald als elastische Fasern herausstellen; 2) äusserst abgeplattete Pigmentzellen, bald wenig verästelt und nur mit kurz ausgezogenen Ecken, bald dagegen mit zahlreichen lang ausgestreckten Armen versehen, und endlich 3) freie Kerne von elliptischem Umriss, in denen meistens, doch nicht immer, ein kleines glänzendes Kernkörperchen zu erkennen ist. Das elastische Fasernetz ist von Henle vortrefflich geschildert und habe ich seiner Beschreibung nichts hinzuzufügen. Dagegen verlangen die beiden anderen Formelemente ein näheres Eingehn.

Betrachtet man die frische Suprachorioidea mit starken Vergrösserungen, so fällt zunächst auf, dass die platten Pigmentzellen von zahlreichen, mehr weniger deutlich ausgeprägten Furchen durchzogen werden. Diese Furchen entsprechen vollkommen dem Verlauf der elastischen Fasern (Fig. 15, 16), und kann man sich am besten die Verhältnisse klar machen, wenn man sich vorstellt, eine Pigmentzelle sei auf das elastische Fasernetz aufgelegt und nun auf demselben platt gedrückt. Es werden sich dann die elastischen Fasern als hellere Linien innerhalb der dunkelkörnigen Pigmentzelle markiren müssen. Aber noch ein anderer Einfluss des elastischen Fasernetzes auf die Gestalt der Pigmentzellen macht sich bemerkbar. Es hängt nämlich auch die äussere Configuration der Pigmentzellen

1) l. c. p. 615—617.

ab von der Anordnung des ihnen zur Grundlage dienenden elastischen Netzwerks. Ist dasselbe zart und engmaschig, sind die Fasern annähernd von gleicher Stärke und durchkreuzen sie alle Richtungen der Fläche gleichmässig, so finden wir stets mehr gleichmässig nach allen Richtungen sich ausdehnende Pigmentzellen ohne besonders auffallende Verästelung. Die hervorragenden Ecken erstrecken sich dann meist in der Richtung einer besonders dicken Faser. Ist dagegen das Gewebe ärmer an elastischen Fasern, sind diese gröber, die Maschen ihres Netzwerks weiter, so sind auch die Pigmentzellen diesen Formverhältnissen angepasst (s. Fig. 15). Sie zeigen nun zahlreiche Arme, die oft auf lange Strecken eine elastische Faser begleiten; die Richtung dieser Arme ist fast ohne Ausnahme durch die Richtung der die Zelle kreuzenden Fasern bedingt. Dies Verhalten ist auch schon Henle aufgefallen und hatte ihn zu der Annahme geführt, dass die Pigmentzellen in elastische Fasern übergehen, eine Annahme, die er jetzt mit Recht aufgegeben hat.[1])

Das geschilderte Abhängigkeitsverhältniss der Gestalt der Pigmentzellen von der des elastischen Fasernetzes stellt sich aber erst im Laufe der Entwicklung her. Ich erlaube mir, einige Beobachtungen über diesen Gegenstand, die ich an den Augen von Kaninchen und Schafsembryonen verschiedener Altersstadien, sowie an denen neugeborener Hunde angestellt habe, hier einzuschalten. Bekanntlich ist in den frühesten Entwicklungsstadien die Chorioides von der Sclera kaum zu trennen; erst im weiteren Verlauf der Entwicklung tritt die Sonderung schärfer hervor durch das Entstehen des flockigen Gewebes, das man im erwachsenen Auge als Suprachorioidea bezeichnet. Dasselbe ist noch bei neugeborenen Hunden spärlich genug entwickelt und arm an feinen elastischen Fasernetzen. Ich bin deshalb geneigt, die stärkere Entwicklung der Suprachorioidea, die reichlichere Ausbildung elastischer Fasernetze in derselben dem Einflusse der Accommodationsbewegungen zuzuschreiben. Bei jeder Accommodationsanstrengung für die Nähe wird, wie Hensen und Völckers[2]) gezeigt haben, die Chorioides nach vorn gezogen. Dieser sich oft wiederholende Zug muss einen we-

1) l. c. p. 617. Anmerkung 1.

2) Studien über die Accommodation. Medicin. Centralblatt 1866. N. 46. und Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868 p. 25 ff.

sentlichen Einfluss auf die weitere Entwicklung ausüben. Er wird zur Folge haben, dass die Chorioides bei weiter vorschreitendem Wachsthum immer freier und leichter auf der Sclera verschiebbar wird, indem die elastischen Fasernetze sich rasch weiter ausbilden und Höhlen zwischen Ader- und Faserhaut entstehen. Die Entstehung der perichorioidalen Räume hat also wesentlich in mechanischen Verhältnissen ihren Grund. Durch letztere wird aber auch die Richtung des Wachsthums der Lamellen der Suprachorioidea bestimmt; sie können nur noch in der Richtung der Fläche wachsen. Es wird demnach auf alle die Lamellen constituirenden Theile, sowohl auf die elastischen Fasern, als auf die zelligen Elemente in dieser Richtung ein Zug ausgeübt. Wie unter anderen die Untersuchungen von Ritter[1]) und Haase[2]) ergeben haben, finden sich bei Embryonen zahlreiche farblose protoplasmatische Zellen neben anderen, die die verschiedensten Stadien der Pigmentirung erkennen lassen. Einige der farblosen Zellen gleichen sehr farblosen Blutkörperchen, und ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie durch Einwanderung an diesen Ort gelangt sind, zumal da Haase in der That Wanderzellen in der Chorioides beobachtet hat. Andere besitzen ein reichlicheres Protoplasma und eine platte Gestalt und diese sind es, welche nach und nach sich mit Pigment füllen. Wie das Pigment sich in ihnen bildet, kann ich nicht sagen, und ist dies wohl eine Frage, die noch längere Zeit ihrer Lösung harren wird. Jedenfalls liegt kein Grund für die Annahme von Ritter vor, dass die Kerne bei der Bildung desselben betheiligt sind. Es ist durchaus nicht immer der Fall, dass die ersten Pigmentkörnchen um den Kern herum auftreten. Was diese jungen Pigmentzellen wesentlich von denen der entwickelten Suprachorioidea unterscheidet, ist ihre viel geringere Ausdehnung in der Richtung der Fläche bei bedeutenderer Dicke, sowie die einfachere Gestalt (Fig. 21) ihrer Umrisse. Sternförmige Pigmentzellen kommen bei Embryonen und ganz jungen Thieren nicht vor.

Nach dem Gesagten ist es nun leicht, die complicirteren Gestalten der Pigmentzellen erwachsener Augen von denen junger abzuleiten. Ganz ebenso, wie die elastischen Fasern durch den so

1) Zur histologischen Entwicklungsgeschichte des Auges. Archiv für Ophthalmologie XI, 1. p. 61 ff. 1864.

2) l. c. p. 62

häufig wirkenden Accommodationszug gedehnt werden, geschieht dies auch mit den zelligen Elementen; diese werden in Folge des Zuges zu den überaus platten Gebilden der ausgebildeten Suprachorioidea. Bedenkt man nun, dass die Pigmentzellen fest an dem elastischen Fasernetz haften, oft so fest, dass sie, wenn auch alle anderen eine elastische Lamelle constituirenden Theile durch Anwendung macerirender Flüssigkeiten entfernt sind, noch am Netzwerk haften bleiben, so hat auch die Erklärung der verschiedenen Gestalt nichts Schwieriges, mögen wir nun eine Contractilität der Pigmentzellen annehmen, oder nicht. Durch den Zug, den die über die Zelle weglaufenden elastischen Fasern auf dies an ihnen klebende Formelement ausüben, werden gerade die Theile, welche in der Richtung der Faser liegen, besonders gedehnt werden; stärkere elastische Fasern werden stärker dehnend wirken, als feine, da sie den Zellen mehr Haftpunkte darbieten. So erklärt sich meiner Ansicht nach auf eine einfache Weise die verschiedene Gestalt der Pigmentzellen.

Nach diesem entwicklungsgeschichtlichen Excurse nur noch einige Worte über die fertigen Pigmentzellen. Wir haben gesehen, dass sie aus Zellen vom Charakter embryonaler Bindegewebszellen hervorgehen. An den Pigmentzellen erwachsener Augen scheint das Protoplasma vollständig durch die Pigmentkörnchen verdrängt zu sein. Allein eine genauere Untersuchung ergiebt, dass auch hier eine distinkte, wahrscheinlich eiweissartige Substanz als Substrat für die Pigmentkörnchen dient. Dies geht schon daraus hervor, dass nach längerer Maceration in Müller'scher Flüssigkeit die Pigmentzellen sich oft vollständig isoliren lassen, ohne in einzelne Pigmentkörnchen sich aufzulösen (vergl. Fig. 19). Es müssen also die Pigmentkörnchen durch eine Substanz zusammengehalten werden, die durch das genannte Reagens erhärtet, also wahrscheinlich eiweissartiger Natur ist. Es wäre demnach nicht unmöglich, dass die Pigmentzellen der Chorioides Bewegungserscheinungen zeigten, wie solche schon bei anderen sternförmigen Pigmentzellen beobachtet sind [1]). Ich habe nur beiläufig dieser Frage meine Aufmerksamkeit zuwenden können, aber ebensowenig, wie H. Müller [2]), befriedigende Resultate erhalten.

1) Vergl. F. E. Schulze: Epithel- und Drüsen-Zellen. M. Schultze's Archiv III. p. 169.

2) Ueber glatte Muskeln und Nervengeflechte der Chorioidea im menschlichen Auge. Würzburger Sitzungsberichte 1859.

Was schliesslich noch den Kern der Pigmentzellen betrifft, so ist es bekannt, dass derselbe meist als heller runder Fleck innerhalb der ganz pigmentirten Zelle erscheint. Sein Umriss ist jedoch nicht immer regelmässig kreisförmig; ebenso oft habe ich ovale oder bohnenförmige Kerne gefunden. Zuweilen trägt er einige Pigmentkörnchen auf seiner dem Beobachter zugekehrten Fläche (Fig. 19).

Als drittes constantes Formelement der elastischen Lamellen nannte ich oben freie Kerne. Diese sind nichts Anderes, als die Kerne eines Endothels, das sich nach Maceration in Müller'scher Flüssigkeit sehr leicht von den übrigen oben beschriebenen Gebilden abheben lässt. Zerzupft man nämlich die Suprachorioidea von Augen, welche längere Zeit in jener Flüssigkeit gelegen haben, so bekommt man sehr häufig Präparate, wie ich deren eines in Fig. 16 abgebildet habe. Es hat sich hier vom elastischen Fasernetz dem die Pigmentzellen fest ankleben, ein zartes, leicht Falten werfendes glashelles Häutchen abgehoben, das von Stelle zu Stelle elliptische Kerne enthält. Auf dem elastischen Fasernetz sind keine freien Kerne mehr wahrzunehmen. Ueberdies stimmt Grösse [1]) und Gestalt der Endothelkerne so vollkommen mit der der vorhin als »freie Kerne« bezeichneten Gebilde überein, dass über ihre Identität kein Zweifel herrschen kann. Solche Häutchen lassen sich oft auf ziemlich weite Strecken hin vollständig isolirt erhalten (Fig. 17). Werfen sie keine Falten, was jedoch nur selten der Fall zu sein pflegt, so sind sie sehr schwer zu erkennen, da sie in ihrem Lichtbrechungsvermögen sich vom Glase kaum unterscheiden. Man wird auf sie zuerst aufmerksam durch die elliptischen Kerne, die man innerhalb der homogenen Substanz bemerkt. Aber auch diese sind meist sehr blass und schwer zu erkennen, können jedoch durch Tinction mit Karmin oder Jod leicht deutlich gemacht werden. An den Faltungsstellen erkennt man, dass die Membran eine kaum messbare Dicke besitzt; nur im Umkreise des Kerns wird letztere beträchtlicher (Fig. 18 a), um von da aus ganz allmählich abzunehmen. Dies erkennt man besonders leicht an Profilbildern des Kerns und der benachbarten Membrantheile. Die verdickten Stellen des Endothelhäutchens erscheinen dann, im optischen Durchschnitt gesehen, wie zwei allmählich dünner werdende Ausläufer der Kernpole, von denen sie jedoch durch einen deutlichen Contur scharf abgegrenzt sind.

---

1) Länge der Endothelkerne 16 bis 18, Breite 5 bis 8 Mikromillimeter.

Auf diese Weise setzt sich das ganze Häutchen aus dickeren und dünneren Stellen zusammen; die dicksten liegen jedesmal im Bereich der Kerne, die dünnsten in der Mitte zwischen je zwei Kernen. Letztere sind biconvexe elliptische Scheiben; nur selten finden sich kreisrunde, bisquit- oder bohnenförmige Kerngebilde vor; letztere verdanken wohl ihre Existenz lediglich der verändernden Einwirkung des angewandten Reagens. Im frischen Zustande sind sie stets wasserklar und von ziemlich regelmässiger elliptischer Gestalt, meist mit einem glänzenden Kernkörperchen versehen; doch scheint letzteres auch fehlen zu können. An Präparaten, die der Einwirkung der Müller'schen Flüssigkeit ausgesetzt gewesen waren, ist es meist durch einen körnigen Niederschlag verdeckt. Dieser nimmt bei Flächenansichten fast den ganzen Kern ein; an Profilbildern des Kerns (Fig. 18 a) zeigt sich jedoch das auffallende Verhalten, dass der Niederschlag nur in einer graden Linie von einem Pol zum anderen sich erstreckt, so dass er also eine genau in der Ebene der Endothelmembran gelegene Scheibe bildet, während die über die Membran prominirenden Theile des Kerns frei davon sind. Meist liegen die Kerne sehr vereinzelt. Es finden sich jedoch auch Stellen, wo sie sehr dicht bei einander liegen, wie in Fig. 15 bei a', ein Verhalten, wie es am Endothel seröser Säcke, z. B. des Peritoneum's ebenfalls nicht selten beobachtet wird [1]).

Was endlich die chemische Natur der beschriebenen Endothelhäutchen anbetrifft, so zeigen sie sich sehr resistent gegen Essigsäure und Kalilauge; die Kerne werden durch den Zusatz von Essigsäure zum Objekt kaum deutlicher, bei Einwirkung der Kalilauge quellen sie beträchtlich. Nach Eberth zeigt das Endothel der Lymphsäcke des Frosches dieselben Reactionen. Ich kann aber diesem Forscher nicht beipflichten, wenn er daraus den Schluss zieht, dass dasselbe aus Hornsubstanz bestehe. Dagegen sprechen vor Allem die physikalischen Eigenschaften des Häutchens, sowie der Umstand, dass die Kerne sich vollständig intakt erhalten haben, während dieselben bekanntlich beim Verhornungsprocess zu schwinden pflegen. Wir hätten also die beschriebenen zarten glashellen Membranen als ein Endothel aufzufassen, dessen Zellen innig mit ihren Rändern

1) Vergl. Ludwig und Schweigger-Seidel: »Ueber das Centrum tendineum des Zwerchfelles.« Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig vom Jahre 1866. S. 180. Fig. 6.

verwachsen sind und deren Protoplasma sich im Laufe der Entwicklung in elastische Substanz umgewandelt hat. In vielen Fällen finden sich bei erwachsenen Individuen noch Reste dieses Protoplasma um die Zellkerne herum als feinkörnige Trübung der Membran vor. Dafür sprechen auch gewisse chemische Reactionen. So erhält man z. B. bei Behandlung des betreffenden Endothelhäutchens des Schweins mit Jod ausser der Färbung der Kerne noch einen verschieden breiten Saum um dieselben herum gelb tingirt.

Nachdem wir die Endothelhäutchen der Suprachorioidea kennen gelernt haben, wird uns nun auch der feinere Bau der elastischen Lamellen vollständig klar. Eine jede derselben wird an ihren freien Flächen von einem Endothelhäutchen begrenzt, und diese schliessen zwischen ihren Flächen das elastische Fasernetz und die Pigmentzellen ein, welch' letztere Elemente innerhalb einer hyalinen Grundsubstanz liegen, die ich für identisch mit der Kittsubstanz des Bindegewebes halte. Wir müssen auf die Existenz einer solchen aus dem Verhalten des Gewebes im frischen Zustande schliessen, wo eine Isolation des Endothelhäutchens und der Pigmentzellen nicht möglich ist. Erst nach Behandlung mit Agentien, die auch auf die Kittsubstanz des Bindegewebes lösend wirken, wie der Müller'schen Flüssigkeit, gelingt die Isolation.

Henle erwähnt als einen Bestandtheil der Suprachorioidea des Menschen noch farblose, oft nur mit spärlichem Protoplasma versehene Zellen. In den wenigen menschlichen Augen, die ich zur Untersuchung erhalten konnte, sind mir dieselben nicht zur Beobachtung gekommen; doch zweifle ich durchaus nicht an ihrer Existenz, zumal da ich bei einigen Thieren, z. B. beim Schwein, auch in den Augen erwachsener Individuen dieselben sehr häufig angetroffen habe. In Fig. 20 habe ich ein Stück einer Lamelle aus der Suprachorioidea des Schweines abgebildet; man bemerkt ausser zwei Endothelkernen und einer Pigmentzelle noch zwei farblose Zellen, deren eine nur einen dünnen Hof von Protoplasma um den Kern herum besitzt. Ich zweifle nicht, dass diese farblosen Zellen identisch sind mit den bei Embryonen so allgemein in diesem Gewebe vorkommenden und dürfte vielleicht auch hier ein Theil derselben als Wanderzellen aufzufassen sein. Andere zeigen eine reichliche Menge Protoplasma und können wohl, wenn man sie im isolirten Zustande erblickt, den Eindruck platter Epithelzellen machen. Mir ist es wahrscheinlich geworden, dass es diesen ähnliche Gebilde sind, welche

Haase [1]) als epithelartige Zellen aus der menschlichen Chorioides beschreibt und abbildet und als Tapetalzellen deutet. Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschliessen. Die Tapetalzellen der Fleischfresser unterscheiden sich wesentlich von den erwähnten farblosen Zellen und zeigen einen viel complicirteren Bau, als Haase meint, einen Bau, auf den ich hier nicht eingehen kann, über den ich aber, so hoffe ich, bald werde etwas Näheres mittheilen können. Dass Haase's Tapetalzellen und das von mir beschriebene Endothel nicht identisch sind, wie dies Henle [2]) vermuthet, ergiebt sich wohl aus der vorstehenden genauen Beschreibung von selbst.

Ganz ähnlich wie die Suprachorioidea des Menschen ist nun die des Hundes und der Katze gebaut. Das betreffende Gewebe anderer Säugethiere differirt von dem beschriebenen Typus theils in der Gestalt der elastischen Fasernetze, theils in der Form der Pigmentzellen. So verschmelzen z. B. die letzteren im Auge des farbigen Kaninchens oft zu grossen Pigmentplatten, deren zahlreiche Kerne noch die Zusammensetzung aus Zellen andeuten. Das elastische Fasernetz hat beim Kaninchen, Schwein und Pferd weitere Maschen, als beim Menschen und meist stärkere elastische Fasern. Bei allen genannten Thieren lassen sich mit Leichtigkeit durch Anwendung der Müller'schen Flüssigkeit Fetzen des Endothels des Perichorioidalraums isoliren.

Von anderen Wirbelthierklassen habe ich nur noch die Vögel auf die Existenz einer Endothelmembran als Auskleidung des Perichorioidalraums untersucht. Es gelingt hier (Huhn, Taube, Canarienvogel) leicht, ganz ähnliche glashelle Häutchen mit elliptischen Kernen von der Innenfläche der Sclera und Aussenfläche der Chorioides abzuheben, wie vom Gewebe der Suprachorioidea des Menschen. Durch Behandlung der betreffenden Flächen des Auges vom gelben Canarienvogel, den ich wegen des gänzlichen Mangels von Stromapigment [3]) zu diesem Versuche wählte, mit Argentum nitricum von $^1/_2$% erhielt ich ein sehr schönes regelmässiges scharfes Silbernetz mit geraden Silberlinien und polygonalen Maschen. Um dasselbe

---

1) L. c. p. 70. Fig. VII.

2) Bericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1868. S. 113.

3) Vgl. v. Wittich, Vergleichend-histologische Mittheilungen. 1) Ueber den Bau der Chorioidea des Säugethier- und Vogelauges. Archiv f. Ophthalmologie Bd. II. Abth. 1. S. 124.

auf der Innenseite der Sclera zu untersuchen, empfiehlt es sich starke Vergrösserungen anzuwenden, da beim Gebrauch schwacher Systeme das blendende Bild des Knorpelgewebes der Sclera leicht verhindert, das Silbernetz wahrzunehmen. Aus demselben Grunde ist es rathsam, stärkere Lösungen ($^1/_2$ bis $^3/_4$%) hier zu gebrauchen, da durch dieselben dickere Linien hervorgerufen werden.

Anhang.

Bemerkungen über die Silbermethode in ihrer Anwendung auf die Epithelien.

Ehe ich in der Beschreibung des Perichorioidalraums fortfahre, wird es nöthig sein, einige Bemerkungen zur Kritik der Silbermethode in ihrer Anwendung auf die Sichtbarmachung von Epithelien folgen zu lassen, um mich einerseits gegen den Vorwurf eines blinden Vertrauens in diese Methode zu schützen, andrerseits meine Ansichten über die Entstehung der Silberlinien und die Erklärung einiger oben erwähnter Silberbilder hier einzuschalten.

Dass die Netze schwarzer Linien, welche man an den Epithelien mittelst der Silberimprägnation erhält, keine regellosen Niederschläge sind, wie dies von Hartmann [1]) behauptet wurde, sondern constante auf gewissen Strukturverhältnissen beruhende Gebilde, darüber stimmen wohl jetzt die meisten Forscher mit dem Erfinder der Methode, mit v. Recklinghausen überein. Anders steht es mit der Frage nach der Entstehung, nach dem Sitze der Silberlinien. Nachdem Henle die früher von ihm und Adler [2]) vertretene Ansicht, dass es sich dabei um die Schwärzung elastischer Fasern handle, verlassen und die hohe Bedeutung der Silberbilder anerkannt hat [3]), bleibt noch zwischem zwei verschiedenen Meinungen zu entscheiden, nämlich zwischen der Erklärung von v. Recklinghausen, dass die Silbernetze ihre Entstehung der Schwärzung der die Zellen verbindenden Kittsubstanz verdanken, eine Ansicht, die die meisten Anhänger gefunden hat, und der von Auerbach, dass sie auf der Oberfläche der Zellenschicht in Furchen zwischen den Zellengrenzen

1) Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1864.

2) Zeitschrift f. ration. Medicin. 3. Reihe. Bd. 21.

3) Handbuch der systematischen Anatomie. Bd. III.

sich bilden. Wichtige experimentelle Versuche zur Entscheidung dieser Frage hat Schweigger-Seidel[1]) angestellt.

Er führte zunächst den Nachweis, dass, wenn man die im frischen Zustande die serösen Häute überziehende dünne Schicht Serum durch irgend ein Mittel entfernt, bei darauf folgender Behandlung mit Silbersalpeter keine v. Recklinghausen'schen Silberlinien auftreten. Ein solches Abspülen gelang ihm in vollkommener Weise durch eine 4-procentige Zuckerlösung. Er schliesst daraus, dass eine Kittsubstanz im Sinne v. Recklinghausen's mit der Entstehung der Silberlinien nichts zu thun habe, und hält es für das Wahrscheinlichste, dass eine die Ränder der Epithelzellen verklebende Eiweissschicht nach der Silbereinwirkung zur Entstehung der schwarzen Linien Veranlassung gebe. Es würde also die Substanz, welche nach Schweigger-Seidel die Silberlinien liefert, sich chemisch wesentlich von der Recklinghausen'schen Kittsubstanz unterscheiden; man könnte sie kurz als Eiweiss-Kittsubstanz bezeichnen. Wären nun die Schlussfolgerungen des genannten Forschers richtig, so müsste man offenbar durch das Abspülen der die Silberlinien bildenden Schicht auch den Verband zwischen den Epithelzellen lockern. Dies ist aber nicht der Fall; denn wie Schweigger-Seidel zeigte, erhält man nach Maceration in Jodserum die Epithelschicht immer noch als zusammenhängendes Häutchen[2]). Die Annahme, dass das Jodserum erhärtend auf die zwischen den Zellenrändern befindliche eiweissartige Kittsubstanz wirke, beseitigt diesen Widerspruch nicht; denn gegen diese Annahme spricht eine andere Angabe von Schweigger-Seidel[3]), dass nämlich nach Maceration in Jodserum und darauf folgender Silberbehandlung, also gerade nach dem umgekehrten Verfahren, sich die betreffenden Zellen ziemlich leicht isoliren lassen. Das Jodserum übt offenbar eine lösende Kraft auf die Kittsubstanz aus und diese kann nur nicht zur Geltung kommen, wenn letztere vorher unter dem Einfluss der Silberlösung erhärtete und sich chemisch veränderte. Alles deutet also

---

1) Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitric. Ueber Epithelien so wie über die v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen, als die vermeintlichen Wurzeln der Lymphgefässe. Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig vom Jahre 1866.

2) L. c. p. 156.

3) L. c. p. 152.

auf eine wesentliche chemische Differenz zwischen der die Zellränder verbindenden Substanz (Kittsubstanz v. Recklinghausen's) und derjenigen, welche nach Schweigger-Seidel die Oberfläche der serösen Häute überzieht und besonders in den Furchen zwischen den Zellengrenzen angesammelt ist. Es sprechen somit die Untersuchungen dieses Forschers entschieden zu Gunsten der Ansicht von Auerbach.

Auch meine eigenen Untersuchungen, zu denen ich nunmehr übergehe, haben mir ähnliche Resultate ergeben. Wir haben vorhin das Endothel des Perichorioidalraums kennen gelernt und gesehen, dass es den Charakter einer zarten kernhaltigen Membran besitzt; zu jedem Kern gehört ein bestimmter Abschnitt des Häutchens als Zellenterritorium; niemals gelingt es aber, selbst nicht nach der Einwirkung der energischsten chemischen Agentien, die einzelnen Zellen isolirt zu erhalten; stets bekommt man nur unregelmässige Fetzen. Von einer Kittsubstanz kann hier also keine Rede sein; denn es wäre nicht einzusehen, weshalb dieselbe sich nicht hier gerade so gut, wie an den Endothelien des Peritoneum und des Pleura, wo an ihrer Existenz nicht gezweifelt werden kann, in einem der zum Isoliren der Zellen gebräuchlichen Mittel (Jodserum, Müller'sche Flüssigkeit, Kalilauge) lösen solle. Dass ich aber nicht der Einzige bin, dessen Bemühungen, die betreffenden Zellen zu isoliren, erfolglos blieben, dass die Endothelmembranen oder Endothelhäutchen, wie man wohl am besten die verschmolzenen Endothelien, nennen kann, eine sehr grosse Verbreitung besitzen, darauf habe ich schon oben hingewiesen. Ich erwähnte dort eine analoge Beobachtung von Auerbach, an den Lymphcapillaren des Darms angestellt. Auch His[1]) vermochte nach Behandlung der betreffenden Theile mit 35procentiger Kalilauge nur Fetzen einer die Silberzeichnung tragenden Membran zu isoliren. Eine Endothelmembran kleidet ferner, wie wir durch die Untersuchungen von Schweigger-Seidel[2]) wissen, die Gelenkkapseln aus, eine solche findet sich, wie ich unten zeigen werde, als Auskleidung der Tenon'schen Kapsel. Die Endothelhäutchen haben demnach eine grosse Verbreitung. Wo sie aber auch vorkommen mögen, immer erhält man trotz des Mangels

1) Ueber das Epithel der Lymphgefässwurzeln und über die v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1863.

2) L. c. p. 172.

einer Kittsubstanz die schönsten Silbernetze. Letztere können also nicht durch Schwärzung einer Kittsubstanz entstehen. Auch die Beobachtung von Auerbach, dass Stücke des Silbernetzes abbröckeln können, ohne dass dadurch der Zusammenhang der betreffenden Membran gelockert wird, sowie die oben erwähnte Thatsache, dass die schwarzen Silberlinien oft über die Rissstellen der Häutchen als gänzlich isolirte Stäbchen hervorragen, scheint mir besser mit der Ansicht von Auerbach, als mit der von v. Recklinghausen vereinbar.

Wir können uns aber auch durch direkte Beobachtung überzeugen, dass die schwarzen Silberlinien auf der Oberfläche der Endothelien liegen und an ein- und demselben Präparate die ungefärbte Kittsubstanz und die Silbernetze zur Anschauung bringen. Dazu eignen sich besonders die serösen Häute von Embryonen und jungen Thieren, da die Endothelzellen bei ihnen dicker sind, als bei erwachsenen Individuen. Als Untersuchungsmaterial dienten mir Schafsembryonen. Behandelt man das parietale Blatt der Pleura solcher Embryonen mit $^1/_4$ procentigen Lösungen von Argentum nitricum, so erhält man das bekannte schöne Netzwerk schwarzer, meist gerade verlaufender Linien, welche polygonale Maschen einschliessen, deren jede deutlich einen Kern erkennen lässt. Untersucht man nun die schwarzen Linien mit Zuhülfenahme stärkerer Systeme genauer, so bemerkt man bei allmähligem Verschieben des Focus dicht unter ihnen eine genau parallel verlaufende hellglänzende Linie, offenbar der Ausdruck einer nicht geschwärzten Kittsubstanz. Denn es zeigen diese hellen Linien genau dasselbe optische Verhalten, wie die die Zellenränder verkittende Substanz an anderen Stellen des Präparats wo eine Bildung schwarzer Silberlinien nicht eingetreten ist, wie dies z. B. an Faltungsstellen der Fall zu sein pflegt.

Gegen die Beweiskraft der eben geschilderten Beobachtung könnte man immer noch anführen, dass die Silberlösungen, wie es ja längst bekannt ist, nicht tief in die Gewebe eindringen, und dass wir uns deshalb auch nicht wundern dürften, im erwähnten Falle nur die obersten Theile der Kittsubstanz geschwärzt zu sehen, während die tieferen gar nicht von der Lösung erreicht seien. Um mich gegen diesen Einwand zu schützen, habe ich es für das Geeignetste gehalten, mich an die geschichteten Epithelien zu wenden und am vorderen Epithel der Frosch-Cornea einige Versilberungs-

versuche angestellt. An diesem Objekt gelingt es leicht, sich zu überzeugen, dass die Kittsubstanz zwischen den Epithelzellen an der Bildung der Silbernetze gar nicht betheiligt ist. Setzt man die Cornea eines Frosches nur kurze Zeit ($^1/_4$ Minute genügt dazu vollkommen) der Einwirkung $^1/_4$ bis $^1/_2$ procentiger Silberlösungen aus, so wird man auch hier die Silberlinien äusserst schnell, aber immer nur auf der Oberfläche der obersten Zellenschicht entsprechend den Zellengrenzen entstehen sehen. Man erkennt dabei unter dem Silbernetz deutlich die Kittsubstanz zwischen den tieferen Zellen als ein System stark glänzender Linien. Mit diesen Präparaten wurden nun andere verglichen, die, um ein tieferes Eindringen zu ermöglichen, 5 Minuten lang in einer $^1/_2$ procentigen Lösung von Argentum nitricum in einem dunklen Raume gelegen hatten. Dieselben wurden nach dem Herausnehmen mit Wasser abgespült und dann sofort untersucht. Anfangs sieht man auch hier genau dasselbe Bild, wie es nach kurzdauernder Silbereinwirkung auftritt. Man erkennt, dass die schwarzen Netze deutlich auf der Oberfläche der obersten Zellenschicht liegen. Zum Beweise aber, dass die Lösung auch tiefer gedrungen ist, zeigen die tieferen Schichten des Epithels einen diffusen gelblichen Schimmer. Setzt man nun das Präparat dem Sonnenlicht aus, so wird die gelbliche Färbung allmählig dunkler und man erkennt, dass jetzt die Kittsubstanz der tieferen Zellen eine gleichmässige hellbraune Farbe angenommen hat, die ganz der Farbe gleicht, welche den hellbraunen Grund zwischen den v. Recklinghausen'schen Saftkanälchen bildet. Wir haben hier also an einem Präparate neben einander die schwarzen Silbernetze und die gefärbte Kittsubstanz und können beide direkt mit einander vergleichen und uns überzeugen, dass sie ein sehr verschiedenes optisches Verhalten darbieten. Ausser der Farbe und Lage unterscheiden sich beide Bildungen vor Allem durch die Zeit des Eintretens der Färbung. Die schwarzen Netze treten äusserst schnell bei der Berührung des betreffenden Gewebes mit der Silbernitratlösung auf und verdanken ihre Entstehung wahrscheinlich einer Reduction der Silberverbindung durch die auf der Oberfläche der Membran befindliche dünne Flüssigkeitsschicht, die sich in den Furchen zwischen den Zellengränzen am reichlichsten vorfindet. Die Färbung der Kittsubstanz tritt dagegen erst viel später ein, bei schwach beleuchteten Objekten äusserst langsam, schneller bei direkt dem Sonnenlicht ausgesetzten. Sie hat ihren

Grund wahrscheinlich in einer am Licht sich bräunenden Verbindung der Kittsubstanz mit dem Silber. Die Silbernetze kann man als Niederschläge bezeichnen, während für die homogene Bräunung der Kittsubstanz diese Bezeichnung nicht zulässig ist.

Ich glaube, dass die angeführten Thatsachen genügen, um die Meinung zu widerlegen, als handle es sich bei der Entstehung der für die Erkennung von Endothelien so werthvollen Silbernetze um Schwärzung einer Kittsubstanz. Die schwarzen Linien bilden sich vielmehr als Niederschläge auf der Oberfläche des Zellenlagers innerhalb der dieselbe im frischen Zustande überziehenden Flüssigkeitsschicht und zwar vorzugsweise in den Furchen, welche den Zellengrenzen entsprechen, da hier eine grössere Menge der Flüssigkeit an der Membran adhäriren wird. Wenn diese Erklärung richtig ist, so werden wir aber auch an anderen Stellen der Oberfläche die Bildung von analogen Niederschlägen zu erwarten haben. Bekannt ist, dass bei Behandlung der betreffenden Membranen mit starken Silbernitratlösungen die Silberlinien dicker werden (Auerbach) und dass nun sehr häufig unregelmässige die Schönheit des Bildes störende Niederschläge auftreten. Aber auch schon bei Anwendung dünner Lösungen ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Procent) erhält man stets innerhalb der scharf begrenzten Silberfelder verstreute schwarze Körner. Diese Körner gleichen sowohl durch ihre Löslichkeit in Ammoniak, als in in ihrem optischen Verhalten vollständig den Silberlinien, so dass man sagen könnte, letztere seien aus zusammengeflossenen Körnern entstanden. Bei Einwirkung stärkerer Lösungen nehmen die Körner an Zahl zu, oft nur den Kern frei lassend, ein von Auerbach schon erwähntes Bild. Dass der Kern meist frei bleibt, erklärt sich aus seiner auffallenden Prominenz über die Ebene der Zellkörper, eine Eigenthümlichkeit, die allen Endothelien zuzukommen scheint. Es werden sich auf diesem hervorragendsten Punkte offenbar nur Spuren der die Niederschläge bildenden Flüssigkeit vorfinden.

In vielen Fällen, besonders häufig bei der Silberimprägnation von Endothelmembranen, fliessen die Silberkörner auch innerhalb eines der von den gewöhnlichen schwarzen Linien begrenzten Felder zu grösseren oder kleineren Linien zusammen. Die Erklärung dafür ist in der Annahme seichter Furchen auf der Oberfläche der Zellen leicht gegeben, während, wenn die Silberlinien durch Schwärzung einer Kittsubstanz entständen, diese Bildungen unerklärlich sein würden. Diese im Inneren eines Silberfeldes auftretenden Silber-

linien erscheinen bald im unmittelbaren Zusammenhange mit den das Feld begrenzenden schwarzen Linien, gleichsam als seitliche Aeste derselben, bald vollkommen unabhängig von ihnen und oft zu einem kleineren Kreise geschlossen, der nun frei innerhalb des Silberfeldes liegt. Denkt man sich nun, dass ein solcher seitlicher Ast der schwarzen Grenzlinie einer Endothelzelle nicht blind im Innern des Feldes endet, sondern sich bald wieder mit einer andern Stelle derselben Silberlinie verbindet, so wird er ein kleines gleichsam zwischen zwei Zellen eingekeiltes Feld abgrenzen; wir werden die Schaltplättchen Auerbach's oder die Stomata andere Forscher vor uns haben. Ich glaube, dass sich auf diese Weise die fraglichen Bildungen am ungezwungensten erklären. Dass sich zwischen den auseinander weichenden Linien keine Lücken im Endothel finden, habe ich schon im vorigen Abschnitt auseinandergesetzt. Dies kann man an isolirten Endothelhäutchen, welche die Silberlinien tragen, mit Sicherheit nachweisen. Auch Auerbach spricht sich gegen die Existenz von Oeffnungen in der Endothelmembran der Lymphgefässe des Darms aus [1]).

Ich erwähnte oben bei der Beschreibung der Silberbilder von der Membrana suprachorioidea des Hundes, dass man oft schwarze Linien bemerke, welche genau den Umrissen einer Pigmentzelle entsprechen. Diese auffallenden Bilder lassen sich nun mit Hülfe des oben Gesagten leicht deuten. Wie wir gesehen, liegen die platten Pigmentzellen dicht unter dem Endothelhäutchen, oft so fest an dasselbe angepresst, dass eine geringe Prominenz des darüber ausgespannten Häutchens und dem entsprechend eine seichte Furche rings um die Pigmentzelle entstehen muss. Diese Furche wird sich nun ganz in derselben Weise und aus demselben Grunde, wie andere Furchen auf der Oberfläche der Endothelien, bei der Silberimprägnation namentlich bei Anwendung starker Lösungen, als schwarze Linie documentiren.

---

1) Selbstverständlich bezweifle ich durchaus nicht das Vorkommen von Oeffnungen zwischen gewissen Endothelzellen, wie deren bereits unzweifelhaft durch Schweigger-Seidel und Dogiel an der Scheidewand zwischen Bauchhöhle und Cysterna magna lymphatica des Frosches, so wie durch Ludwig und Schweigger-Seidel an der Peritonealseite des Centrum tendineum des Zwerchfells vom Kaninchen nachgewiesen sind (Arbeiten der physiol. Anstalt zu Leipzig vom Jahre 1866).

Es sei mir schliesslich noch gestattet, einer anderen Reihe von Silberbildern kurz zu gedenken, welche in der citirten Arbeit von Schweigger-Seidel ihre Erklärung gefunden haben. Es sind dies die Formen, welche Hüter[1]) als epithelioides und keratoides Bindegewebe von der Oberfläche der Gelenkkapseln beschrieben hat. Hüter leugnet, gestützt auf diese Silberbilder, die Existenz eines Epithels der Gelenkkapseln, während Schweigger-Seidel von derselben Stelle durch Maceration der betreffenden Theile in Jodserum Fetzen eines zarten Häutchens mit regelmässig gestellten ovalen Kernen zu isoliren vermochte. Offenbar haben wir es hier mit ganz ähnlichen Endothelhäutchen zu thun, wie wir sie als Auskleidung des Perichorioidalraums oben kennen gelernt haben, wie sie als Wandungen der Lymphcapillaren schon längst bekannt sind. Der Name »Epithel« für diese Reihe von Bildungen dürfte allerdings hier zu Missverständnissen Veranlassung geben, und glaube ich, dass gerade diese Fälle zeigen, wie gut man thut, die auf die Histogenese begründete Trennung der Epithelien in Epithelien und Endothelien, wie sie von His[2]) in Vorschlag gebracht wurde, zu acceptiren. Die von His bewiesene Thatsache, dass die Endothelien bindegewebigen Ursprungs sind, dass sie mit den Bindesubstanzen aus einer ganz anderen Keimanlage hervorgehen, als die Epithelien, Muskeln, Nerven und Drüsen, ist doch gewiss ein genügender Grund, auch durch einen Namen auf diese Verschiedenheit von den Epithelien aufmerksam zu machen. Hüter ist somit nicht so ganz im Unrecht, wenn er von einem bindegewebigen Ueberzug der Gelenkkapseln spricht; er irrt nur darin, dass er diesen Ueberzug für wesentlich verschieden von der z. B. die Lymphsäcke des Frosches auskleidenden, von ihm als Epithel anerkannten Schicht hält. Dieser Irrthum beruht, wie Schweigger-Seidel gezeigt hat, darauf, dass Hüter ausschliesslich die Silbermethode in Anwendung brachte, ohne die dadurch gewonnenen Resultate durch andere zu controliren. Ich muss in der Erklärung der von Hüter beschriebenen Silberbilder Schweigger-Seidel vollkommen beistimmen. »Epitheli-

---

1) Zur Histologie der Gelenkkapseln mit einem kritischen Vorworte über die Versilberungsmethode. Virchow's Archiv. Bd. 36. S. 25.

2) Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1865. S. 18 ff. Vergl. auch: Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei. Leipzig 1868. S. 39—42 u. S. 203 ff.

oides« und »keratoides Bindegewebe« lassen sich durch die Silberimprägnation fast von jeder mit Endothel bekleideten Fläche gewinnen. So erhielt ich ganz den von Hüter gezeichneten entsprechende Bilder von dem Endothel der Lymphsäcke des Frosches durch Behandlung mit $^1/_2$ procentigen Lösungen von Argentum nitricum. Man sah an einigen Stellen helle Gefässe zunächst umgeben von einer Silberzeichnung analog der von Hüter für »keratoides Bindegewebe« in Anspruch genommen; diese Region ging ganz allmählig in die Zone des »epithelioiden Bindegewebes« über, um endlich regelmässigen von schwarzen Linien begrenzten Epithelfeldern Platz zu machen. Ganz ähnliche Silberbilder kann man auch von der Auskleidung des Perichorioidalraums, besonders leicht beim Schwein, erhalten. Bestimmte Regeln für die Gewinnung solcher Präparate lassen sich nicht geben; in ein und demselben Präparat wechseln oft die Silbernetze mit den Bildern des epithelioiden und keratoiden Bindegewebes ab. Nur so viel lässt sich sagen, dass die Befeuchtung der der Silberimprägnation zu unterwerfenden Membranen mit einer sie nicht im normalen Zustande bespülenden, wenn auch sonst indifferenten Flüssigkeit die Entstehung der Hüter'schen Silberbilder begünstigt. So liefert z. B. das auf der Oberfläche der Sclerotica befindliche Endothel der Tenon'schen Kapsel leicht epithelioides Bindegewebe, wenn beim Ausschneiden des zu versilbernden Sclera-Stückes Glaskörperflüssigkeit sich darüber ergossen hat. Wo man aber auch durch Silberimprägnation ein »epithelioides Bindegewebe« darstellen mag, immer wird man sich durch Anwendung macerirender Flüssigkeiten, wie Jodserum oder Müller'scher Flüssigkeit, leicht überzeugen, dass hier ein wirkliches Endothel existirt.

2) Der Zusammenhang des Perichorioidalraums mit dem Tenon'schen Raume, dem Arachnoidalraume und den Lymphgefässen.

Wir haben oben gesehen, dass dass Höhlensystem zwischen Chorioides und Sclerotica eine endotheliale Auskleidung besitzt von ganz denselben Eigenschaften, wie sie dem Endothel der Lymphräume anderer Regionen zukommen. Es wurde schon aus diesem Verhalten im hohen Grade wahrscheinlich, dass der Perichorioidalraum ein Lymphraum sei. Sollte indessen der sichere Beweis dafür geliefert werden, so war es nothwendig, durch Injection farbiger

Flüssigkeiten den direkten Zusammenhang des Perichorioidalraums mit den Lymphgefässen zu demonstriren. Dieser Nachweis ist mir, wie die folgenden Zeilen zeigen werden, in der befriedigendsten Weise gelungen.

Als Injectionsmasse benutzte ich vorzugsweise das lösliche Berliner Blau, über dessen Darstellung und Anwendung E. Brücke[1]) gute Vorschriften gegeben hat; es wurde entweder eine reine wässrige Lösung oder eine solche mit Zusatz von etwas Glycerin in Anwendung gebracht. Auch Injectionen mit Karminleim habe ich vielfach ausgeführt. Zum Nachweis des Zusammenhanges des Perichorioidalraums mit dem Hohlraum der Tenon'schen Kapsel und den Lymphgefässen ist unbedingt das lösliche Berliner Blau vorzuziehen; handelt es sich jedoch darum, eine möglichst pralle Füllung des Perichorioidalraums zu erzielen, so ist eine concentrirte Karminleimlösung zu empfehlen, da dieselbe in Alkohol leicht erstarrt und in Folge dieser Eigenschaft, wenn das Auge zugleich mit dem Hervorziehen der Kanüle in Alkohol geworfen wird, nicht aus der Stichöffnung herausfliesst.

Die Injection des perichorioidalen Höhlensystems gelingt am leichtesten an exstirpirten Augen des Schweines und des Menschen. Weniger leicht lässt sich der betreffende Raum bei kleineren Augen, z. B. denen des Kaninchens, wo die Chorioides nur eine sehr dünne zarte Haut vorstellt, injiciren, da man hier leicht beim Einstich durch die Sclera die Aderhaut verletzt. Bei hinreichender Uebung und Anwendung möglichst feiner Stichkanülen wird man jedoch auch hier zum Ziele kommen. In allen Fällen empfiehlt es sich, die Stichkanüle in langsam bohrenden Bewegungen einzuführen. Beim unvorsichtigen Einbohren dringt die Kanüle mit ihrer Spitze leicht in den Glaskörper. Man erkennt das Misslingen des Versuches beim Herausziehen der Stichkanüle dann leicht daran, dass etwas Glaskörperflüssigkeit aus der Oeffnung hervorquillt. Merkwürdiger Weise bleibt aber der Bulbus gespannt, indem nur wenig Injectionsflüssigkeit ausfliesst, obgleich der Augapfel ganz prall damit erfüllt ist, während man eine gelungene Injection des Perichorioidalraums sofort beim Herausziehen der Kanüle an der reichlich aus der Stichöffnung hervorquellenden blauen oder rothen Masse erkennt.

---

1) Erfahrungen über das lösliche Berlinerblau als Injectionsfarbe. M. Schultze's Archiv. Bd. II. S. 87 ff.

Die geeignetsten Stellen für den Einstich durch die Sclera liegen in einer Zone, welche etwa in der Mitte zwischen dem Cornealrand der Sclerotica und Aequator des Augapfels sich befindet. Man wähle aber innerhalb dieser Zone stets einen Ort in der Mitte zwischen zwei austretenden Venae vorticosae, da man bei allzugrosser Annäherung an letztere leicht eine Verletzung derselben herbeiführen kann. Die Folge davon ist dann natürlich, dass ausser dem Perichorioidalraum auch die Blutgefässe der Chorioides injicirt werden, dass die Injectionsmasse durch die Venae vorticosae den Augapfel verlässt, in welchem Falle die Injection als misslungen anzusehen ist. Endlich ist noch wohl darauf zu achten, dass man vor dem Einstich wenigstens die Stelle der Sclera, an welcher man die Stichkanüle einführen will, sorgfältig von den umhüllenden Fascien reinigt. Befolgt man diese Vorsichtsmassregeln nicht, so geräth man, in der Meinung schon unter der Sclerotica zu sein, leicht unter eine Fascie und erhält als Injectionsresultat einen mit der Injectionsmasse gefüllten Sack an der Einstichsstelle.

Beabsichtigt man nur den Perichorioidalraum vollständig zu füllen und zu sehen, an welchen Stellen die eingespritzte Flüssigkeit den Augapfel verlässt, so empfiehlt es sich am meisten, exstirpirte Augen zu benutzen, da an solchen die Einführung der Kanüle am leichtesten gelingt. Wo es sich dagegen darum handelt, die Verbindung des Perichorioidalraums mit ausserhalb des Augapfels gelegenen Lymphräumen nachzuweisen, muss man die Injection in situ ausführen. Man verfährt dabei so, dass man entweder von vorn her nach Entfernung des bedeckenden Stückes Conjunctiva und Tenon'scher Fascie sich eine Stelle der Sclerotica bloss legt und diese zum Einstich benutzt, oder, da dies Verfahren mit grossen Unannehmlichkeiten verbunden ist und überdies keinen Vortheil darbietet, dass man sich durch Abheben des Daches der Orbita zuvor den ganzen Augenkegel zugänglich macht. Im letzteren Falle ist das Einführen der Stichkanüle bedeutend leichter und man hat überdies die Annehmlichkeit, die aus dem Bulbus oculi ausfliessende Masse direkt verfolgen zu können. Letztere Methode habe ich denn auch vorzugsweise in Anwendung gebracht und am Kopfe des Kaninchens, Schafes, Kalbes und Hundes ausgeführt. Zu Injectionen in den Perichorioidalraum exstirpirter Augen benutzte ich vorzugsweise die des Schweines, da dieselben immer leicht in reichlicher Zahl zu erhalten sind. Menschliche Augen standen mir nur in geringer

Menge zu Gebote; doch gelang es leicht festzustellen, dass sich hier im Wesentlichen dieselben Verhältnisse finden, wie bei den untersuchten Säugethieren (Hund, Kaninchen, Kalb, Schaf, Schwein, Pferd).

In der beschriebenen Weise ausgeführte Injectionen unter die Sclerotica ergeben zunächst, dass das Höhlensystem zwischen dieser und der Chorioides ein zusammenhängendes ist, dass die einzelnen Maschenräume mit einander communiciren. Namentlich im Auge des Schweines und Menschen verbreitet sich die Injectionsmasse mit Leichtigkeit im ganzen Raume zwischen Ader- und Faserhaut. Was die Grenzen des Perichorioidalraums betrifft, so lehren dieselben Präparate, dass er sich beim Menschen nach dem hinteren Pole des Augapfels zu bis dicht in die Nähe des Opticus-Eintritts erstreckt, wo bekanntlich die Chorioides stets mit der Sclerotica fest verwachsen ist. Beim Schweine dringt die Injectionsflüssigkeit meist nicht so nahe an die Eintrittsstelle des Sehnerven heran, sondern hält sich ungefähr 4 bis 5 Millimeter davon entfernt, wie ich schon in meiner vorläufigen Mittheilung meldete [1]). Beim Pferd ist die Ausdehnung des Perichorioidalraums nach dem hinteren Augenpole zu noch mehr beschränkt, indem hier die Verwachsung der beiden begrenzenden Augenhäute eine weitergehende ist.

Um die vordere Grenze des Perichorioidalraums kennen zu lernen, verfährt man am besten so, dass man die injicirten Augen einen Tag lang in Alkohol bringt und darauf trocknet. Es lassen sich dann leicht Meridionalschnitte durch den Ciliarkörper anfertigen, an denen die Lage der Injectionsmasse zu den angrenzenden Theilen nicht verändert ist. Bei einer Schnittführung durch den Ciliarkörper von Augen, die nur in Akohol erhärtet waren, ist es nicht zu vermeiden, dass Verschiebungen der Theile gegen einander eintreten. Die Schnitte durch die getrockneten Augenhäute werden in eine Mischung von Glycerin und Wasser gebracht und nach der Imbibition derselben untersucht. Der so oft gerügte Uebelstand, dass an solchen Präparaten die verschiedenen Augenhäute in ungleichem Masse quellen, stört hier wenig, da es sich nur um die Erforschung der relativen Lage der Theile zu einander und zu der Injectionsmasse handelt.

Derartige Präparate lehren nun, dass die Ausdehnung des Pe-

---

1) Ueber ein mit Endothel bekleidetes Höhlensystem zwischen Chorioides und Sclerotica. Medicinisches Centralblatt. Nr. 54. S. 849.

richorioidalraums nach vorn bei verschiedenen Thieren eine verschiedene ist. In der oben erwähnten vorläufigen Mittheilung äusserte ich mich dahin [1]), dass die Injectionsmasse beim Schwein bis auf etwa 1 Mm. Entfernung vom leistenförmigen Ursprung der processus ciliares vordringe. Diese Stelle entspricht ungefähr der Lage der ora serrata retinae. Im menschlichen Auge ist die Ausdehnung des perichorioidalen Raumes nach dem vorderen Pole zu eine grössere. Man kann hier die Injectionsmasse bis unter die eigentlichen Ciliarfortsätze verfolgen (Fig. 5); sie wird also nur durch eine geringe Substanzbrücke, den Ursprung des Ciliarmuskels, von dem Winkel der vorderen Augenkammer geschieden. In den Ciliarmuskel selbst dringt vom Perichorioidalraum aus keine Injectionsmasse; vielmehr liegt auch hier der injicirbare Raum dicht unter der Sclera ausserhalb des Ciliarmuskels und der Aderhaut. Die meisten der Forscher, welche Meridionalschnitte durch den Ciliarkörper abgebildet haben, lassen in ihren Figuren das vordere Ende des Perichorioidalraums als einen Spalt zwischen Chorioides und Sclerotica erkennen, so z. B. Henle im zweiten Bande seiner Anatomie Fig. 476 p. 623. Genaue Zeichnungen dieses Spaltes und seiner Beziehungen zum Ciliarmuskel bei den Haussäugethieren hat in neuster Zeit Flemming geliefert [2]). Diese Abbildungen belehren uns zugleich über die Entfernung zwischen vorderer Grenze des Perichorioidalraums und vorderer Augenkammer. Fast soweit wie beim Menschen erstreckt sich der Spalt beim Hunde (Flemming's Fig. 2) und beim Schaf (ibid. Fig. 6) nach vorn, während der Durchschnitt, welchen Flemming vom Ciliarkörper des Schweins abbildet (Fig. 3), meinen Angaben entsprechend auf einen grossen Abstand des Perichorioidalraums von der vorderen Augenkammer bei diesem Thiere hinweist. Interessant sind die gegenseitigen Lageverhältnisse beim Kaninchen. Hier liegt die ora serrata fast auf einer Höhe mit dem Hornhautfalz und dem Ursprunge der Iris. Die Ciliarfortsätze entwickeln sich nicht aus einem orbiculus ciliaris, wie beim Menschen, sondern von der hinteren Fläche der Iris. Dem entsprechend dringt auch die Injectionsmasse bis dicht an die vordere Augenkammer vor. Ich werde in einer späteren Abhandlung bei Besprechung der Injectionen in

---

1) L. c. p. 850.

2) Ueber den Ciliarmuskel der Haussäugethiere. M. Schultze's Archiv. Bd. IV. S. 353—374.

die vordere Augenkammer auf die erwähnten Lageverhältnisse zurückzukommen Gelegenheit haben und beschränke mich daher hier auf vorstehende kurze Angaben.

Nach Feststellung der Grenzen des Perichorioidalraums gegen den vorderen und hinteren Pol des Auges bleibt zunächst zu untersuchen, wie weit die Injectionsmasse nach innen zu in das Gewebe der Chorioides hineindringt. Zu diesem Zweck fertigte ich wieder Durchschnitte durch die getrockneten Häute auf die beschriebene Weise injicirter Augen an. Es ergab sich (siehe Fig. 2 u. 3), dass in das eigentliche gefässführende Stroma der Chorioides keine Injectionsmasse gedrungen war. Die betreffende Flüssigkeit hält sich stets zwischen der Gefässschicht der Chorioides und der sogenannten Lamina fusca der Sclerotica, die wir schon als die äussere Begrenzung des Perichorioidalraums kennen gelernt haben. Die Injectionsflüssigkeit befindet sich also immer innerhalb der Maschenräume der Suprachorioidea. Wir sehen deshalb an solchen Durchschnitten innerhalb der farbigen Masse stellenweise braune Striche oder andere Andeutungen der hindurchziehenden Pigment führenden Lamellen. Besonders schön erkennt man dies an Durchschnitten mit Karminleim injicirter Augen. Beim Aufquellen der Schnitte spaltet sich die zwischen Sclerotica und Chorioides befindliche rothe Leimmasse in mehrere parallel verlaufende Blätter entsprechend den hindurchziehenden Lamellen der Suprachorioidea (Fig. 2). Solche Präparate wurden sowohl von den Augen des Schweines, als von denen des Hundes und Menschen gewonnen. Sehr leicht gelingt es auch, das complicirte Höhlensystem schon der makroskopischen Betrachtung zugänglich zu machen. Man verfährt dabei so, dass man in den Perichorioidalraum gut erwärmter Augen des Hundes, bei welchem Thiere das Höhlensystem am entwickeltsten zu sein scheint, Paraffin injicirt, welches sogleich mit dem Herausziehen der Kanüle durch Eintauchen des Auges in kaltes Wasser zum Erstarren gebracht wird. Die Augen werden dann getrocknet, halbirt und vorsichtig einer Temperatur ausgesetzt, bei welcher das Paraffin schmilzt und aus den Hohlräumen ausfliesst. Der Perichorioidalraum stellt sich an solchen Präparaten schon dem unbewaffneten Auge als ein von gröberen und feineren Balken durchzogenes Cavernensystem dar.

Nach Feststellung der Grenzen des perichorioidalen Höhlensystems, nach Constatirung der Thatsache, dass in der Gefässschicht

der Chorioides keine mit ihm in Zusammenhang stehende Lymphgefässe existiren, war zu untersuchen, ob der Perichorioidalraum etwa mit anderen Höhlen des Auges communicire. Ich hatte mein Augenmerk namentlich auf die vordere Augenkammer gerichtet, konnte aber nie eine Füllung derselben vom Perichorioidalraum aus erzielen, selbst dann nicht, wenn der Humor aqueus vorher durch Punction entfernt war.

Der Perichorioidalraum ist aber kein geschlossener Raum; er communicirt an mehreren Stellen mit ausserhalb des Augapfels gelegenen Theilen. Injicirt man ihn durch Einstich in der beschriebenen Weise, so quillt alsbald die Injectionsmasse an vier Stellen aus dem Augapfel hervor, um sich auf der Oberfläche desselben auszubreiten. An diesen vier Stellen verlassen zugleich die Venae vorticosae den Bulbus, und erkennt man leicht, dass der Ausfluss der Injectionsmasse jedesmal dicht unter einer solchen Vene stattfindet. Setzt man die Injection länger fort, sodass eine grössere Menge der farbigen Masse ausfliesst, so sieht man oft die Vene durch letztere emporgehoben werden. Besonders instructive Ansichten erhält man, wenn die Vene noch mit Blut gefüllt ist. Man sieht dann gleich nach dem Beginne der Injection das Blut ziemlich rasch innerhalb der Vene aus dem Augapfel heraustreten; gleich darauf quillt unter dem Blutgefässe die blaue Flüssigkeit hervor; es hebt sich nunmehr die mit Blut gefüllte Vene sehr deutlich vom blauen Grunde ab. Die Injectionsmasse presst also bei ihrem Durchtritt durch die Sclera das innerhalb der Vene befindliche Blut heraus, eine Erscheinung, die uns auffordert, die wechselseitigen Lageverhältnisse der Vene und des Abflusskanals des Perichorioidalraums während ihres Durchtritts durch die Wand der Sclera näher zu untersuchen. Am besten eignen sich zu diesem Zweck Augen, deren Perichorioidalraum mit Karminleim injicirt ist. Da ich auch in diesem Falle getrocknete Augenhäute am geeignetsten für die Anfertigung von Schnitten fand, weil bei der Schnittführung keine Verschiebungen eintreten, an solchen getrockneten Häuten aber die Ausflussstellen makroskopisch meist nicht mehr zu erkennen sind, so machte ich mir vor dem Trocknen ein Zeichen, indem ich ganz in der Nähe einer Ausflussstelle eine Nadel in die Sclera steckte und zwar in der Richtung der Schnittführung. So wurde es leicht möglich, ohne langes Suchen Längs- (Meridional-) und Querschnitte (Aequatorialschnitte) der Durchtrittsstelle zu gewinnen. Längsschnitte sind weniger

instructiv, da es schwer gelingt, die durchtretende Vene in ihrem ganzen Verlauf zu treffen. Meist sieht man an ihnen nur eine mit der farbigen Masse gefüllte Spalte in schräger Richtung von vorn nach hinten die Sclerotica durchsetzen. Die Injectionsmasse innerhalb der Spalte steht im continuirlichen Zusammenhange mit der im Perichorioidalraume befindlichen, während sie andererseits sich bis auf die Oberfläche der Sclera verfolgen lässt. Instructiv sind die Präparate, an denen man gerade die Abgangsstelle der vena vorticosa von der Gefässschicht der Chorioides getroffen hat. Die Vene geht hier schräg durch die im perichorioidalen Raume befindliche farbige Masse, lässt sich im Skleralkanale aber meist nur bis zur Mitte verfolgen, oben und unten von einem Streifen der Injectionsmasse umgeben. Wenn schon dies Verhalten darauf hindeutet, dass der Abflusskanal des Perichorioidalraums ein perivasculärer Raum ist, so erhält man völlige Gewissheit darüber an Querschnitten. In Fig. 2 bilde ich einen solchen ab. Die Vene ist ungefähr in der Mitte ihres Verlaufs durch die Sclera getroffen. Man erkennt ihr spaltförmiges Lumen und sieht, dass es vollständig von der Injectionsmasse — in diesem Falle Karminleim — umgeben ist. Eine fortgesetzte Reihe von Querschnitten ergiebt, dass dies Lagerungsverhältniss fast durch die ganze Dicke der Sclera hindurch dasselbe bleibt. Nur kurz vor dem Austritt auf die Oberfläche des Augapfels wird der Befund ein anderer, indem man nun den Querschnitt der Vene und des mit der Injectionsmasse gefüllten Kanales neben einander findet und zwar so, dass der der Vene am weitesten nach aussen liegt. Dieser Befund entpricht ganz den Erscheinungen, die wir während der Injection an der Ausflussstelle wahrnahmen, wo wir sahen, dass die Injectionsflüssigkeit unter und hinter der Vene hervorquillt.

Auch doppelte Injectionen habe ich angestellt. Dieselben lassen sich auch an ausgeschnittenen Schweinsaugen noch leicht genug ausführen, indem man erst den Perichorioidalraum mit der einen Injectionsmasse füllt und sodann die andersfarbige Flüssigkeit durch eine Arteria ciliaris longa in die Blutgefässe einspritzt. Letzteres gelingt mit einer feinen Stichkanüle nicht schwer. Die so gewonnenen Präparate lehren aber nicht mehr, als wir schon kennen gelernt haben. In Fig. 4 gebe ich eine schematische Zeichnung, welche in übersichtlicher Weise die Lageverhältnisse der betreffenden Blut- und Lymphbahnen wiedergiebt und nach dem Gesagten keiner weiteren Erklärung bedarf.

In manchen Fällen (ich fand dies besonders häufig bei Schweinsaugen), vereinigen sich die einen Vortex bildenden Venen der Chorioides nicht zu einem austretenden Stämmchen, sondern treten dicht neben einander als zwei kleinere Venen aus dem Augapfel hervor, die sich aber sehr bald, meist schon in einer Entfernung von wenigen Millimetern von ihrer Durchtrittsstelle zu einer einzigen Vene vereinigen. In diesem Falle befindet sich um jede der beiden kleineren Venen ein perivasculärer Raum, der aber nicht etwa schon bei ihrem Austritt aus dem Augapfel aufhört, sondern bis zum Zusammenfluss zu der grösseren Vene sich erstreckt, wo sich denn die Injectionsmasse in der beschriebenen Weise auf der Oberfläche des Bulbus ausbreitet. Man glaubt deshalb anfangs die Venen injicirt zu haben, besonders da das in ihnen befindliche Blut viel weiter herabgepresst wird, als es sonst der Fall zu sein pflegt. Bald überzeugt man sich aber vom Gelingen der Injection durch die Beobachtung, dass der aus der Vereinigung hervorgegangene Venenstamm sich nicht füllt. Wenn das geschilderte Verhalten vorkommt, so zeigt es meistens nur eine Vena vorticosa, so dass dann an dem betreffenden Auge anstatt der vier gewöhnlich vorhandenen perivasculären Abzugskanäle des Perichorioidalraums deren fünf existiren.

Ich habe mir ferner die Frage vorgelegt, ob wir in den so eben beschriebenen perivasculären Räumen die einzigen Communicationswege des Perichorioidalraums mit ausserhalb des Bulbus gelegenen Theilen vor uns haben, oder ob deren noch andere existiren. Ich dachte besonders an den Raum zwischen innerer und äusserer Opticusscheide, auf den ich unten noch ausführlicher zurückkommen muss. Allein nie gelingt es vom Perichorioidalraum aus eine Füllung desselben zu erzielen, ebenso wenig wie man durch Injection unter die äussere Sehnervenscheide eine Füllung des perichorioidalen Höhlensystems erhält. Ich muss desshalb die perivasculären Räume der Venae vorticosae für die einzigen normalen Abzugskanäle dieses Höhlensystems halten. Nur einmal habe ich an den beiden Augen eines Kaninchens noch an einer anderen Stelle ein langsames Hervorquellen der Injectionsmasse aus dem Perichorioidalraume beobachtet und zwar an zwei Stellen des hinteren Bulbus-Abschnittes dicht an der Eintrittsstelle des Opticus jederseits in der Nähe der eintretenden Arteria ciliaris longa.

Wohin gelangt nun die Injectionsmasse nach ihrem Austritt auf die Oberfläche des Augapfels? Um diese Frage zu entscheiden,

müssen wir uns an solche Augen halten, die noch vollständig von der Tenon'schen Fascie umgeben sind und noch ihren Muskelkegel besitzen, oder, was noch besser ist, wir müssen in der oben beschriebenen Weise eine Injection an dem noch in der Orbita ruhenden Augapfel machen. Man beobachtet dann zunächst, dass die injicirte Flüssigkeit nach dem Hervorquellen sich nach dem hinteren Pole des Auges zu ausbreitet, indem sie sich unter die geraden Augenmuskeln begiebt, sich stets auf der Oberfläche des Augapfels haltend. Beim Menschen, der keinen retractor bulbi besitzt, dringt sie leicht bis in die Nähe des Opticus. Bei den Säugethieren bildet die Ansatzstelle des Musculus retractor bulbi, der namentlich beim Schwein und Schaf als kegelförmiger Muskel sich fast am ganzen Bulbus-Umfange inserirt, ein geringes Hinderniss für die weitere Ausbreitung der Masse. Um zur Ansatzstelle des Sehnerven zu gelangen muss die Injectionsflüssigkeit zwischen den Bündeln hindurchtreten, was man auch in den meisten Fällen leicht eintreten sieht. Ist der Durchtritt hier behindert, z. B. durch Eintrocknen der den Augapfel bedeckenden Fascien oder durch andere Insulte, so breitet sich nun die Flüssigkeit von der Ausflussstelle auch nach vorn aus, oft bis ganz in die Nähe des Cornealrandes sich erstreckend. In allen Fällen hält sie sich aber auf der Oberfläche des Bulbus.

Der Raum, in welchem sich die Injectionsmasse auf die beschriebene Weise ausbreitet, ist nun kein anderer, als der zwischen Tenon'scher Fascie und Bulbus-Oberfläche befindliche. Ich will ihn hinfort als Tenon'schen Raum bezeichnen, während ich den Ausdruck: »Tenon'sche Fascie« für die äussere Wand dieses Raumes gebrauchen werde. Unter Tenon'scher Kapsel verstehe ich dann die gesammten Begrenzungen des Tenon'schen Raumes, also die auf der äusseren Oberfläche des Augapfels befindliche zarte Gewebsschicht und die Tenon'sche Fascie zusammen.

Ueber die Ausdehnung des Tenon'schen Raumes, die Verbindungen der Fascia Tenoni mit anderen Fascien des Bulbus und über die Anordnung dieser letzteren selbst finden sich in der Litteratur die verschiedensten Angaben. Ich übergehe die älteren und wende mich gleich zu den neueren Untersuchungen über diesen Gegenstand.

Eine genaue Beschreibung der hierher gehörigen Verhältnisse hat Budge[1]) geliefert. Er berücksichtigt nicht nur die eigentliche

---

1) Zeitschr. f. ration. Med. 3. Reihe. Bd. VII. 1859. S. 274.

Tenon'sche Fascie, sondern sucht auch ihre Beziehungen zu den anderen Fascien des Augapfels festzustellen. Er unterscheidet in der Orbita eine Fascia Tenoni, Fascia profunda und Fascia superficialis. Erstere beginnt mit der Bindegewebshülle des Sehnerven und überzieht bis dicht an den Cornealrand hin, wo sie mit der Conjunctiva zusammentrifft, die ganze Sclerotica, mit welcher sie durch lockeres Bindegewebe verbunden ist. Mit den Fascien der Augenmuskeln hängt sie continuirlich zusammen, so dass letztere gleichsam Ausstülpungen der Tenon'schen Kapsel darstellen. An der Aussenseite der letzteren liegt die Fascia profunda, über deren Ursprung sich Budge nicht äussert. Sie fliesst im Umfange des vorderen Dritttheils der Sclera mit der Tenon'schen Fascie zusammen und verstärkt die Muskelscheiden. Nach aussen grenzt sie an eine starke Fettschicht. Die dritte Fascie, Fascia superficialis hängt am Margo supraorbitalis mit der Periorbita zusammen und liegt zwischen dieser und den Augenmuskeln.

In Uebereinstimmung mit Budge lässt Luschka[1]) die Tenon'sche Fascie ebenfalls über die ganze Oberfläche der Sclera hinwegziehen und sich vorn unweit des Hornhautrandes mit der Conjunctiva verbinden. Genauer als Budge äussert sich Luschka über die hintere Ursprungsstelle der Fascie. Wenn jener Forscher die Bindegewebshülle des Sehnerven als Ursprungsstelle der Fascia Tenoni bezeichnet, so weiss man nicht, ob er damit die fibröse äussere Scheide des Opticus oder das dieselbe umgebende Gewebe meint. Luschka dagegen giebt ganz bestimmt an, dass »die Kapsel durchaus keine Verwachsung mit der Scheide des Nervus opticus eingehe, sondern sich hinter der Eintrittsstelle desselben in etliche Bündel auflöse, die zu einem den Nervi und Arteriae ciliares zum Durchtritte dienenden Netzwerk wieder in Verbindung treten.« Ueber das Verhältniss der geraden Augenmuskeln zur Tenon'schen Kapsel äussert er sich ähnlich wie Budge.

Während beide genannten Beobachter darin übereinstimmen, dass die Tenon'sche Fascie sich bis dicht an den Cornealrand erstrecke und hier mit der Conjunctiva in Verbindung trete, lässt Henle[2]) dieselbe schon in der Gegend der Insertion der geraden Augenmuskeln an der Sclera aufhören. Sie stellt nach ihm mehr

---

1) Anatomie des menschlichen Kopfes. Tübingen 1867. S. 390.

2) L. c. p. 688.

einen Gürtel um den Bulbus, als eine Kapsel vor, da sie am hinteren Umfange des Augapfels eine unregelmässige weite runde Oeffnung zeigt, durch welche der Sehnerv und die Ciliargefässe zum Bulbus treten. Ueber die Beziehungen der Tenon'schen Fascie zu anderen Fascien der Orbita äussern sich Luschka und Henle nicht bestimmt, stimmen aber darin überein, dass sie nach aussen direkt an das Fettlager der Orbita grenze. Auch Magni [1]), dessen Arbeit mir nur im Referat zugänglich ist, rechnet die Tenon'sche Kapsel nur bis zur Insertion der geraden Augenmuskeln und befindet sich darin also in Uebereinstimmung mit Henle.

Die genannten Forscher haben sämmtlich ihre Untersuchungen an menschlichen Augen angestellt. Ich war hier in Amsterdam nicht in der glücklichen Lage, das Gleiche thun zu können und musste mich deshalb an die Augen von Säugethieren wenden. Am genauesten habe ich die betreffenden Verhältnisse beim Schafe untersucht und die gefundenen Resultate beim Kaninchen durch Injectionen vom Arachnoidalraum des Schädels aus, über die ich unten berichten werde, controlirt. Bei den Augen der Säugethiere erleidet die Anordnung der Tenon'schen Kapsel insofern eine Complication, als sich hier auf der Oberfläche des Augapfels zwischen der Eintrittsstelle des Sehnerven und der Insertion der geraden Augenmuskeln noch ein anderer Muskel, der Retractor bulbi anheftet, der gerade am Schafauge so stark entwickelt ist, dass seine kreisförmige Ansatzstelle nur durch wenige Spalten unterbrochen wird. Beim Hunde und der Katze tritt dagegen der Retractor bulbi sehr zurück und gestalten sich hier die Verhältnisse ähnlich wie beim Menschen.

Die Hauptdifferenzen zwischen den Angaben der genannten Forscher finden sich bei der Beschreibung der Ausdehnung der Tenon'schen Kapsel nach dem vorderen Augenpole zu. Vollständige Klarheit darüber erhält man an Kaninchenaugen, deren Tenon'scher Raum vom Arachnoidalraume aus injicirt ist. Hier dringt die Injectionsmasse, soweit sie sich unter den geraden Augenmuskeln befindet, nicht nach vorn über deren sehnigen Ansatz vor; soweit ist also Henle's Angabe, dass die Tenon'sche Fascie sich in der Gegend des Ansatzes der geraden Augenmuskeln verliere, gerechtfertigt. Die geraden Augenmuskeln liegen auf der Fascia Tenoni und verwach-

1) Descrizione della cassula di Tenone. Rivista clinica di Bologna. Nr. 1. Referat im Jahresbericht v. Virchow u. Hirsch für 1868. S. 15.

sen mit ihrer inneren Fläche mit derselben. Es findet demnach weder eine Durchbohrung der Fascie durch die geraden Augenmuskeln, wie Luschka will, noch eine Ausstülpung derselben in die Scheiden der Musculi recti im Sinne Budge's Statt, da man niemals, auch nicht bei der gelungensten Injection, den Raum innerhalb der Muskelscheiden injicirt findet. Zwischen den geraden Augenmuskeln dagegen dringt die Injectionsmasse weiter nach vorn, oft bis dicht an den Cornealrand. In manchen Fällen breitet sie sich dann von diesen Stellen seitlich aus und gelangt so in den Raum zwischen Hornhautfalz und sehnigen Ansatz der geraden Augenmuskeln, den letzteren oft bedeckend, ohne jedoch in die Muskelscheide selbst einzudringen. Es werden so die Sehnen der geraden Augenmuskeln auf allen Seiten von der Injectionsmasse umschlossen; sie stülpen gleichsam die Tenon'sche Fascie ein und verwächst an dieser Stelle die Muskelfascie mit der eingestülpten Tenon'schen. Ein gleiches Verhalten zur Fascia Tenoni zeigen die übrigen auf der Oberfläche der Sclera sich inserirenden Muskeln, also die beiden Obliqui und der Retractor bulbi. Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass der Tenon'sche Raum sich nach vorn bis dicht an den Cornealrand erstreckt, dass er aber an jeder Stelle, wo ein Muskel sich auf der Oberfläche des Augapfels inserirt, eine Unterbrechung erleidet. Die Tenon'sche Fascie verbindet sich in der Nähe des Cornealrandes mit der Conjunctiva.

In Betreff der Ausdehnung der Tenon'schen Kapsel nach dem hinteren Augenpole zu äussern sich Luschka und Henle einstimmig dahin, dass sie sich bis in die Gegend des Sehnerven-Eintritts erstrecke und dort eine runde Oeffnung besitze, durch welche der Opticus und die hinteren Ciliargefässe zum Augapfel treten; mit der äusseren Opticusscheide verwachse die Fascie nicht. Ich kann diese Angaben nur bestätigen, muss aber hinzufügen, dass der Tenon'sche Raum durch die erwähnte Oeffnung in direkter Verbindung mit einem anderen Raume steht, der scheidenartig die äussere Sehnervenscheide umgiebt und bis zum Canalis opticus zu verfolgen ist. Die peripherische Wand dieses kegelförmigen zwischen Retractor bulbi und Opticus gelegenen Raumes wird durch eine Fortsetzung der Tenon'schen Fascie, die centrale durch eine Fortsetzung der zarten auf der Oberfläche des Bulbus befindlichen Bindegewebsschicht über die Oberfläche der äusseren Opticusscheide gebildet. Vom Retractor bulbi ist die periphere Auskleidung des betreffenden Raums

meist durch eine Fettschicht getrennt. Durch diesen Raum communicirt der Tenon'sche Raum, wie wir alsbald sehen werden, mit dem Cavum arachnoidale; nach allen übrigen Seiten hin ist er, wie die Injectionsresultate ergeben, vollkommen abgeschlossen. Durch den Retractor bulbi zerfällt er bei den oben erwähnten Thieren in eine vordere und hintere Abtheilung; letztere ist beim Schaf, wo sich ein starkes Fettlager unter dem Retractor befindet, sehr wenig entwickelt und steht nur durch schmale Spalten zwischen den Bündeln dieses Muskels mit der grösseren vorderen Abtheilung in Verbindung.

Zum besseren Verständniss der in den vorstehenden Zeilen beschriebenen Verhältnisse gebe ich in Fig. 1 eine schematische Durchschnittszeichnung des Augenkegels, an welcher der Tenon'sche Raum und seine Fortsetzung nach hinten durch blaue Farbe hervorgehoben ist.

Unmittelbar auf der Fascia Tenoni findet man am Augapfel des Schafs noch eine zweite, die offenbar mit der Budge'schen Fascia profunda übereinstimmt. Sie steht vorn mit der Conjunctiva in Verbindung und überzieht die geraden Augenmuskeln und somit den ganzen von diesen umschlossenen Kegel. Sie, und nicht die Tenon'sche Fascie, wie Henle meint, grenzt den Augapfel gegen das Fett der Orbita ab.

In den Tenon'schen Raum tritt nun, wie wir oben gesehen haben, die aus dem Perichorioidalraume hervorquellende Injectionsflüssigkeit. War letzterer als ein Lymphraum anzusehen, so musste offenbar auch der Tenon'sche Raum als ein solcher bezeichnet werden, und es trat die Aufgabe heran, auch hier eine endotheliale Auskleidung, wie sie allen bis jetzt bekannten Lymphräumen zukommt, nachzuweisen. Eine solche war nicht schwierig zu entdekken. Behandelt man die äussere Oberfläche der Sclerotica (es eignen sich hierzu am meisten die Augen des Hundes) etwa eine Minute lang mit einer $^1/_4$ procentigen Lösung von Argentum nitricum, so erhält man auf derselben ein schönes Netzwerk der bekannten schwarzen Silberlinien (Fig. 23). Doch sind dieselben hier meist nicht so scharf, wie an anderen Orten; sie sind oft von kleinen braunen Flecken begleitet und können bei stärkerer Ausbildung dieser letzteren ganz den Hüter'schen Bildern des »epithelioiden Bindegewebes« gleichen. Wenn man beim Ausschneiden des betreffenden Stückes der Sclera die Oberfläche derselben mit der Glaskörperflüssigkeit benetzt hat, was sehr leicht geschieht, so erhält man, wie

ich schon oben bei Besprechung der Silbermethode erwähnte, fast immer ausgeprägte Bilder des »epithelioiden Bindegewebes,« die sehr oft an einzelnen Stellen in die Silberbilder von Hüter's keratoidem Bindegewebe übergehn. Die äussere Fläche der Sclera, auf welcher sich das innere Blatt der Tenon'schen Kapsel befindet, verhält sich also gegen Silbernitratlösungen ganz so wie die Oberfläche der Gelenkknorpel. Jeder Zweifel an der Deutung der Silberbilder schwindet aber auch hier, wie bei den Gelenkknorpeln, durch den Nachweis, dass sich nach Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit ein mit elliptischen Kernen versehenes zartes Häutchen von der Oberfläche der Sclera abheben lässt. Da dies Endothelhäutchen ganz dem des Perichorioidalraums gleicht, so kann ich in allen Stücken auf die dort gegebene genaue Beschreibung verweisen. Es isoliren sich hier ebenfalls nicht einzelne Zellen, sondern leicht Falten werfende Fetzen. Ich bilde deren in Fig. 24 vom Schwein und in Fig 25 vom Menschen ab. Es ist also nicht ganz richtig, zu sagen, die Tenon'sche Kapsel sei von pflasterförmigen Epithelzellen ausgekleidet, wie dies Linhart [1]) thut; die Auskleidung der betreffenden Kapsel ist ein aus verschmolzenen Zellen zusammengesetztes Endothelhäutchen. Dazu hat aber Linhart eine gewisse Berechtigung, die Tenon'sche Kapsel mit einem Schleimbeutel zu vergleichen. Noch passender würde der Vergleich mit einer Gelenkkapsel sein, deren Endothel ganz ähnliche Silberbilder liefert und die, wie wir jetzt durch die Untersuchungen von Böhm [2]), wissen in offener Communication mit dem Lymphgefässsysteme stehen; denn es gelang dem genannten Forscher, in die Gelenkhöhlen eingeführte körnige Farbstoffe in den Lymphdrüsen wieder zufinden. Man muss sich aber durch diesen Vergleich nicht verleiten lassen, die vom inneren Blatt der Tenon'schen Kapsel überzogene Oberfläche der Sclera für ganz glatt zu halten; es ziehen vielmehr an vielen Stellen zarte Bindegewebsbälkchen von ihr zur Tenon'schen Fascie hinüber und gewinnt dadurch der Tenon'sche Raum ein ähnliches Ansehen, wie der Perichorioidalraum.

Das Gewebe der Tenon'schen Fascie selbst ist ein lockeres, von zahlreichen elastischen Fasern durchsetztes Bindegewebe. Es

---

1) Bemerkungen über die capsula Tenoni. Würzburger Verhandlungen Bd. IX. S. 245. Vergl. auch Luschka, Anatomie des Kopfes S. 390..

2) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Gelenke. Inaugural-Diss. Würzburg 1868.

gleicht sehr dem von Kühne[1]) genauer beschriebenen intermusculären Bindegewebe und lässt gleich diesem sehr schöne Bindegewebszellen erkennen. Bündel von Bindegewebs-Fibrillen finden sich von der verschiedensten Dicke und durchkreuzen in allen Richtungen die Ebene der Membran. Oft sind die Fibrillen innerhalb eines Bündels so dicht an einander gelagert, dass dasselbe fast homogen aussieht. Die elastischen Fasern verlaufen ebenfalls in den verschiedensten Richtungen und zeichnen sich durch ihre Feinheit aus; meist verlaufen sie auf lange Strecken ungetheilt. Ihnen verdankt die Fascie die Eigenschaft, beim Loslösen von ihren Insertionsstellen zusammenzuschnurren.

Wir können nunmehr, nachdem wir die Tenon'sche Kapsel näher kennen gelernt haben, die aus dem perichorioidalen in den Tenon'schen Raum getretene Injectionsmasse weiter verfolgen. Wie wir oben bereits sahen, breitet sie sich in demselben besonders leicht nach dem hinteren Augenpole zu aus, indem sie sich bald unter den Retractor bulbi begiebt. Wenn sie in der Gegend des Sehnerven-Eintritts angelangt ist, findet sie gewöhnlich Hindernisse für ihre weitere Ausbreitung. So ist es mir z. B. am Kopfe des Schafes durch Injection in den Perichorioidalraum nie gelungen, die Injectionsmasse weiter zu treiben, als bis zur bezeichneten Stelle. Die Hauptgründe dafür dürften in folgenden Momenten zu suchen sein: Die Masse kommt schon unter geringem Drucke aus dem Perichorioidalraum hervor und breitet sich langsam im Tenon'schen Raume aus. Bei ihrem Durchtritt zwischen den Muskelbündeln des Retractor bulbi wird ihr Strombett bedeutend verengt, also ein zweites Hinderniss gesetzt. Sie gelangt deshalb äusserst langsam unter den genannten Muskel. Die Widerstände sind nun aber hier schon so gross geworden, der Druck unter dem die Masse steht, ist ein so geringer, dass sie einen leichteren Ausweg nach einer anderen Seite hin findet, der ihr durch unsere Präparationsmethode geboten wird. Wir hatten ja, um bequem den Perichorioidalraum injiciren zu können, den Augenkegel von oben her durch Abheben des Daches der Orbita bloss gelegt. Dadurch ist die Ausbreitung der Masse in einer Richtung senkrecht auf die Oberfläche des Bulbus erleichtert, und wir sehen nun, sobald die Injectionsmasse aufhört, nach dem

1) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864.

hinteren Pole des Auges zu abzufliessen, durch dieselbe die Tenon'sche Fascie ausgebaucht werden. Diese Ausbauchung ist oft sehr bedeutend. Endlich fliesst die Injectionsmasse auch an der Stelle, wo wir, um einen Einstich machen zu können, ein Stück der Tenon'schen Fascie entfernt hatten, ab. Alle diese Momente zusammengenommen erklären es leicht, weshalb es nicht gelingt, vom Perichorioidalraum aus die Injectionsmasse in entlegenere Lymphbahnen zu treiben. Während des Lebens dagegen fällt der wesentlichste Theil dieser Hindernisse, der durch die Eröffnung der Kapsel an der Einstichstelle und durch die Abnahme der Decke der Orbita bedingt ist, weg. Andererseits kommen während des Lebens wichtige auf den Lymphstrom befördernd wirkende Momente in Betracht. Ich erinnere hier nur an die Contractionen der Augenmuskeln, die unzweifelhaft für die Beförderung des Lymphstroms in der Orbita von hoher Wichtigkeit sind.

Auch beim Kaninchen war ich nicht viel glücklicher, als beim Schaf. Ich vermochte hier durch Injection in den Perichorioidalraum die Injectionsmasse nur eine Strecke weit in den Raum zwischen dem Sehnerven und dem Retractor bulbi, dessen ich oben als der Fortsetzung des Tenon'schen Raumes gedachte, zu treiben. Nur in einem Falle sah ich bei gleichzeitiger Eröffnung der Schädelhöhle die Masse bis in den Canalis opticus dringen, sodass man sie von der Schädelhöhle aus wahrnehmen konnte. Dies brachte mich auf die Vermuthung, es möchte der Perichorioidalraum auf diesem Wege mit dem Arachnoidalraume in Verbindung stehen, und schien mir schon durch Feststellung der Beziehungen dieser Räume zu einander viel gewonnen. Ich gab deshalb die Versuche, vom Perichorioidalraum aus direkt Lymphgefässe füllen zu wollen, auf und versuchte es zunächst, durch Injection in den Arachnoidalraum das perichorioidale Höhlensystem zu injiciren. Dies gelang nicht allein in der befriedigendsten Weise, sondern es ergab sich auch bei diesem Versuche zugleich die wichtige Thatsache, dass der Arachnoidalraum direkt mit den Lymphgefässen in Verbindung steht, ein Ergebniss, das die Deutung des perichorioidalen und des Tenon'schen Raumes als Lymphräume sicher stellt.

Die Versuche wurden in den meisten Fällen an Kaninchen angestellt; ich habe mich jedoch überzeugt, dass man auch beim Hunde mit Leichtigkeit dieselben Resultate erhält. Selbstverständlich darf man Injectionen in den Arachnoidalraum nicht an abge-

schnittenen Köpfen vornehmen, da an solchen der grösste Theil der Injectionsmasse aus dem Foramen occipitale magnum hervorquillt. Man muss vielmehr möglichst unversehrte Thiere dazu benutzen und dieselben entweder durch Chloroform oder Verbluten aus der Arteria femoralis tödten. Letzteres Verfahren empfiehlt sich am meisten, da durch Chloroform getödtete Thiere gewöhnlich eine sehr störende Blutfülle des Schädels und der innerhalb der Orbita gelegenen Theile aufweisen. Will man nun in den Arachnoidalraum injiciren, so hat man nichts weiter zu thun, als ein möglichst kleines Stück der Dura mater vorsichtig blosszulegen und dann eine womöglich konische Einstichkanüle unter die harte Hirnhaut einzuschieben. Hat man eine grössere Stelle der letzteren frei gelegt, so fliesst meist neben der Einstichstelle die Injectionsmasse in reichlicher Menge ab. Eine konische Einstichkanüle bietet den Vortheil, dass man durch sie einen besseren Verschluss der Stichöffnung erzielen kann, als durch eine gewöhnliche Stichkanüle. Die Injection des löslichen Berliner Blau geschah unter einem mässigen constanten Druck (60 bis 80 mm. Quecksilber) und wurde mindestens 5 Minuten lang fortgesetzt. Befolgt man diese einfachen Vorschriften, so wird man in den meisten Fällen die Resultate erhalten, zu deren Beschreibung ich mich nun wende.

Wie ich schon an einem anderen Orte [1]) mitgetheilt habe, erhält man durch Injection in den Arachnoidalraum stets eine Füllung der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Halses. Ich habe dort ferner erwähnt, dass die Lymphgefässe der Geruchschleimhaut und der mit der Perilympha gefüllte Raum zwischen häutigem und knöchernem Labyrinth mit dem Arachnoidalraume in direkter Verbindung stehen. Ich habe es wahrscheinlich gemacht, dass der Arachnoidalraum des Rückenmarks eigene Communicationen mit dem Lymphgefässsysteme besitzt, indem in einem Falle eine Füllung der Lumbal-Lymphdrüsen nebst zu- und abtretenden Lymphstämmchen beobachtet wurde [2]). Ich kann hier hinzufügen, dass ich dies Ver-

---

1) Der Arachnoidalraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit dem Perichoroidalraum. Medicin. Centralblatt 1869. Nr. 30.

2) L. c. Der betreffende Satz ist in der citirten Mittheilung durch Weglassung eines Wortes beim Druck schwer verständlich geworden. Hinter den Worten »glandulae lymphaticae« im 3. Absatz ist das Wort »lumbales« einzuschalten.

halten, seitdem ich darauf achte, öfters beobachtet habe und dadurch zu der Ueberzeugung gekommen bin, dass wenigstens der Lumbaltheil des Arachnoidalraums in diesen Gefässen und durch diese Drüsen hindurch seine Abzugswege zum Ductus thoracicus hin besitze. Hier interessirt uns vor Allem der Nachweis des Zusammenhanges des Perichorioidalraums mit dem Cavum arachnoidale cranii und hätte ich in dieser Beziehung noch Einiges zur Ergänzung meiner kurzen Angaben in der erwähnten Mittheilung hinzuzufügen. Hat man die Injection nur kurze Zeit, z. B. nur eine Minute, dauern lassen, so zeigt sich bei der Untersuchung der Orbita nur der Raum zwischen der inneren und äusseren Scheide des Sehnerven gefüllt. In anderen Fällen findet man die Injectionsmasse vom Canalis opticus aus auf der äusseren Opticus-Scheide in dem mehrerwähnten Raume unter dem Retractor bulbi ausgebreitet und sich bis an die Eintrittsstelle des Sehnerven in den Augapfel erstreckend. Untersucht man in diesem Falle den Augapfel genauer, so zeigt sich noch keine Spur einer Füllung des Perichorioidalraums. Erst an Präparaten, wo der Tenon'sche Raum bis an die Venae vorticosae heran mit der blauen Masse gefüllt ist, kann man auch eine Injection des perichorioidalen Raumes erwarten, und beweist dies, dass auch auf diesem Wege die Communication beider Räume durch die oben beschriebenen perivasculären Kanäle Statt findet. Es gelingt auf diesem Wege oft, eine so vollständige Injection des ganzen Perichorioidalraums beim Kaninchen, wie man sie durch Einstich bei diesem Thiere nie erhält. Dies erklärt sich daraus, dass die Injectionsmasse zu gleicher Zeit von 4 Punkten der Bulbus-Oberfläche aus eindringt. Selbstverständlich muss man, um solche Resultate zu erhalten, die Injection wenigstens 5 Minuten währen lassen. Man erkennt das Gelingen des Versuchs auch schon ohne jede Präparation an dem eintretenden starken Exophthalmus, der wohl grösstentheils durch die pralle Füllung des Tenon'schen Raums und seine Fortsetzung nach hinten bedingt wird. Bei Füllung des Perichorioidalraums kann man schon durch Befühlen des Augapfels eine Zunahme des intraoculären Druckes constatiren. In vielen Fällen ist der Tenon'sche Raum so vollständig gefüllt, dass man die blaue Injectionsmasse bei Betrachtung des noch in der Orbita ruhenden und von den Lidern bedeckten Auges dicht am Cornealrande wahrnimmt.

Ueberblicken wir die geschilderten Resultate, so sehen wir, dass der Perichorioidalraum durch den Tenon'schen Raum und

dessen Fortsetzung zwischen Retractor bulbi und Opticus mit dem Arachnoidalraum in Verbindung steht und kommen zu der Erkenntniss, dass, da der Arachnoidalraum selbst ein Lymphraum ist, auch die genannten anderen Räume als Lymphräume zu betrachten sind. Zu untersuchen bleibt nur noch, auf welchem Wege die Communication zwischen der Fortsetzung des Tenon'schen Raumes und dem Cavum arachnoidale Statt findet, ob dies durch den Canalis opticus oder durch die Fissura orbitalis superior oder durch beide zusammen geschieht. Für die erstere Annahme spricht schon der oben bereits erwähnte Injectionsversuch am Kaninchen, wo nach Einstichinjection in den Perichorioidalraum die blaue Masse sich bis in den Canalis opticus verfolgen liess. Dasselbe ergaben andere Versuche, in welchen ich die Kanüle direkt in den Raum zwischen Retractor bulbi und Opticus einführte: sowohl beim Kaninchen als beim Schafe trat in diesem Falle die blaue Masse nur durch den Canalis opticus in die Schädelhöhle ein. Für eine Communication der beschriebenen Lymphräume der Orbita mit dem Arachnoidalraum durch die Fissura orbitalis superior habe ich keine Beweise erhalten können. Dagegen ist es wahrscheinlich, dass letztere, besonders aber die Fissura orbitalis inferior anderen Lymphwegen der Orbita zum Abfluss dient. Denn auch der ausserhalb der geraden Augenmuskeln gelegene Theil der Augenhöhle scheint reich an Lymphwegen zu sein, die hier meist in der Form von spaltförmigen Räumen auftreten. So will ich hier nur erwähnen, dass ich durch Silberbehandlung auf der Innenseite der Periorbita beim Kaninchen die schönste Endothelzeichnung erhalten habe (Fig. 30). Da der Gegenstand meiner Aufgabe ferner lag, so habe ich ihn nicht weiter verfolgt.

---

3. Der Lymphraum zwischen den Opticus-Scheiden.

Wie schon lange bekannt, zeichnet sich der Sehnerv vor anderen Nervenstämmen durch den Besitz zweier Scheiden aus. Ausser der gewöhnlichen auch anderen Nervenstämmen zukommenden Bindegewebshülle besitzt er noch eine äussere festere Scheide, welche durch ein lockeres Bindegewebe mit der inneren zusammenhängt und innerhalb welcher der Nerv verschiebbar ist.

Verfolgt man die äussere fibröse Scheide vom Augapfel nach dem Canalis opticus zu, so überzeugt man sich leicht, dass sie

durch diesen Kanal hindurch mit der Dura mater cerebri in continuirlichem Zusammenhange steht, also nichts weiter, als eine Fortsetzung der harten Hirnhaut ist. Letztere dringt durch den genannten Kanal in die Orbita hinein und bildet zunächst an der Orbitalmündung desselben einen sehnigen Ring, von welchem die geraden Augenmuskeln entspringen; überdies giebt sie gleich nach ihrem Eintritte in die Augenhöhle Verstärkungszüge zu der Periorbita ab, sodass man mit Luschka [1]) wohl sagen kann, dass die fibröse Sehnervenscheide aus dem inneren Blatte der Dura mater hervorgeht, während das äussere sich in das Periosteum orbitale fortsetzt. Die Vagina fibrosa nervi optici ist demnach etwas dünner, als die Dura mater. Am Augapfel angelangt geht die fibröse Scheide in das Gewebe der Sclerotica über und zwar in der Weise, dass ihre Faserung, wie dies v. Ammon [2]) gezeigt hat, unter einem stumpfen Winkel auf die meridionalen Fasern der Faserhaut trifft.

In der ganzen Ausdehnung vom Canalis opticus bis zum Augapfel liegt unter der fibrösen Scheide das erwähnte die Verbindung mit der inneren Scheide vermittelnde lockere Bindegewebe. Dieses hat schon Donders [3]) mit wenigen Worten trefflich charakterisirt. Es besteht seinen Untersuchungen zufolge aus »scharf begrenzten $^1/_{180}$ bis $^1/_{80}$, gewöhnlich $^1/_{125}$ Mm. breiten netzweise verbundenen Bündeln, die, zumal in der Nähe der inneren Scheide, regelmässig mit dünnen spiralförmig gewundenen elastischen Fasern versehen sind.« Beide Scheiden stehen somit durch ein zartes, netzförmig angeordnetes bindegewebiges Balkenwerk in Verbindung, das nicht im ganzen Verlauf des Opticus dieselbe Anordnung zeigt. An den meisten Stellen zerreisst es sehr leicht, sodass sich die fibröse Scheide leicht von der inneren abziehen lässt. Gegen den Augapfel zu wird das Balkenwerk dichter, die Verbindung der beiden Scheiden somit eine festere. Das Verhalten der letzteren an der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Augapfel ist schon so oft beschrieben und durch so gute Abbildungen illustrirt, dass ich hier auf die früheren Lei-

1) Anatomie des menschl. Kopfes. S. 418.

2) Zur genaueren Kenntniss des Nervus opticus, namentlich dessen intraocularen Endes. Prager Vierteljahrsschrift f. pract. Heilkunde. 17. Jahrg. 1860. 1. Bd. S. 132 ff.

3) Ueber die sichtbaren Erscheinungen der Blutbewegung im Auge. Arch. f. Ophthalmologie Bd. I, 2. S. 83.

tungen verweisen kann [1]). Als besonders instructiv ist die Fig. 3 Tafel II der citirten Arbeit von Donders, so wie die Fig. 444 in Henle's Handbuch der Eingeweidelehre zu bezeichnen. In beiden Figuren ist die Grenze des lockeren Bindegewebes gegen den Augapfel hin sehr gut markirt. Die äussere Scheide geht auf die erwähnte Weise ganz in die Sclerotica über, während die innere bekanntlich sowohl zur Chorioides als zur Sclera Faserzüge abgiebt.

Weniger bekannt ist die Verbindungsweise der beiden Scheiden in ihren vom Bulbus entlegeneren Theilen. Besonders interessant ist die Anordnung innerhalb des Canalis opticus selbst. Hier verwächst die von der Schädelhöhle aus durch das Foramen opticum hineindringende Dura sehr fest mit dem hindurchtretenden Sehnervenstamm, sodass es nicht gelingt, dieselbe von der inneren Scheide abzuziehen. Nur auf der unteren Seite ist die Verbindung eine mehr lockere und eine Trennung wieder ermöglicht. Gewiss ist diese feste Verbindung der Dura mit dem Sehnerven im optischen Kanale nicht ohne Wichtigkeit, zumal da auch die Dura selbst namentlich an der oberen Seite des Kanals äusserst fest mit dem Knochen verwachsen ist. Es wird dadurch offenbar ein fixer Punkt für den Sehnerven gegeben, sodass derselbe bei den leicht möglichen Verschiebungen innerhalb seiner Scheide nicht in die Schädelhöhle zurückweichen und keine Zerrungen erleiden kann, denen er im Kanale leicht ausgesetzt wäre. In der Orbita dagegen ist ihm ein geringer Grad von Verschiebung innerhalb der fibrösen Scheide bei seiner überall lockeren Verbindung mit derselben wohl gestattet.

Bei der Schilderung der Resultate, welche man durch eine Injection in den Arachnoidalraum erhält, wurde im vorigen Abschnitte bereits erwähnt, dass der Raum zwischen den beiden Sehnervenscheiden, der von den verbindenden zarten Bindegewebsbalken durchzogen wird, mit Leichtigkeit vom Arachnoidalraum aus zu injiciren sei. Dieser Raum ist somit ebenfalls als ein Lymphraum anzusehen, der durch Vermittelung des Cavum arachnoidale cranii, in welches er einmündet, mit den Lymphgefässen des Halses in Verbindung steht. Bei dem Injectionsversuche vom Arachnoidalraum aus konnte es indessen zweifelhaft bleiben, ob dieser Lymphraum, den ich hinfort, weil er unter der Vagina fibrosa nervi optici liegt, als subva-

1) Vergl. besonders Donders und v. Ammon l. c., sowie Henle's Anatomie S. 585.

ginalen Raum bezeichnen werde, innerhalb der Augenhöhle mit dem Tenon'schen Raume oder dessen hinterer Fortsetzung, die ich als supravaginalen Raum bezeichnen will, communicire, oder ob beide Räume völlig getrennt sind. Zur Entscheidung dieser Frage mussten Injectionsversuche in jeden der genannten Räume getrennt vorgenommen werden. Ich habe schon oben über die Injection in den supravaginalen Lymphraum berichtet und muss hier hinzufügen, dass man auf diesem Wege nie eine Füllung des subvaginalen Raumes erzielt. Dem entsprechend fallen auch die Resutate aus, welche man durch Injection in letzteren erhält. Auch diese Versuche stellte ich wieder beim Schafe und Kaninchen an, indem ich möglichst nahe am Augapfel die Einstichkanüle unter die fibröse Scheide einführte. Die Injectionsmasse floss in allen Fällen durch den Canalis opticus in die gleichzeitig blossgelegte Schädelhöhle ab, ohne dass eine Spur derselben in den supravaginalen Raum übergetreten wäre.

Es wurden sodann ebenfalls beim Kaninchen und Schaf, sowie an solchen Schweinsaugen, wo bei der Exstirpation der Sehnerv mit seinen Scheiden besonders lang erhalten war, Injectionen in umgekehrter Richtung vorgenommen, indem die Kanüle an einer vom Augapfel möglichst entfernten Stelle unter die äussere Scheide geschoben und dort festgebunden wurde. Auch in diesem Falle hielt sich die Injectionsmasse stets innerhalb des supravaginalen Raumes. Der letztere Versuch lehrt zugleich noch eine andere Thatsache. Es gelingt nie auf diesem Wege im Innern des Augapfels gelegene Theile zu injiciren und befindet sich somit diese Beobachtung in Uebereinstimmung mit einer bereits oben erwähnten, der zu Folge es vom Perichorioidalraum aus nicht gelingt, den subvaginalen Raum zu füllen. Auch durch Einstich in den Glaskörper ist mir dies nicht gelungen.

Untersucht man nun den Opticus und seine Scheiden an Präparaten, wo der subvaginale Raum vom Arachnoidalraum aus injicirt ist, näher, indem man Quer- und Längsschnitte davon anfertigt, so erkennt man, dass die Injectionsmasse innerhalb der Lücken zwischen den verbindenden Bindegewebsbalken liegt und nach dem Augapfel zu gerade so weit vordringt, als das intervaginale Bindegewebsnetz.

In Fig. 6 gebe ich in natürlicher Grösse die Abbildung eines Längsschnitts durch den hinteren Theil des Bulbus und den Opticus-Eintritt vom Schweinsauge, an dem sich die Ausdehnung des blau

injicirten subvaginalen Raumes nach dem Bulbus zu und seine Beziehungen zu den Augenhäuten deutlich überblicken lassen. Man sieht, dass diese Ausdehnung genau der Ausdehnung des lockeren Bindegewebes in den oben citirten Figuren von Donders und Henle entspricht, sodass das von diesen Forschern darüber Berichtete auch für die vordere Grenze des subvaginalen Raumes Gültigkeit hat. Auffallend ist besonders das nahe Herantreten der Injectionsmasse an die Chorioides, ohne dass jedoch eine Spur davon in den Perichorioidalraum dringt. Stets schiebt sich noch eine dünne aus der inneren Sehnervenscheide stammende Bindegewebslamelle zwischen Chorioides und subvaginalen Raum.

Der Nachweis, dass der zwischen den Opticusscheiden befindliche, von dem zarten Balkennetz durchzogene Raum ein Lymphraum ist, fordert uns auf, den feineren Bau seiner Wandungen näher zu erforschen, zu prüfen, ob hier, wie bei anderen Lymphräumen eine endotheliale Auskleidung sich findet. Es gelingt nun in der That nicht schwer, überall auf den Wänden des Raumes ein Endothel nachzuweisen. An einigen Stellen ist dasselbe auch schon einem anderen Forscher nicht entgangen. Leber [1]) gelang es, an Präparaten, die in Müller'scher Flüssigkeit gelegen hatten, von der Oberfläche der Bindegewebsbalken zarte glashell aussehende Scheiden zu isoliren. Er glaubt jedoch, dass dieselben nicht allen Balken zukommen und meint, dass sich Uebergangsbildungen von diesen Scheiden zu den umspinnenden Fasern vorfinden, die, wie Donders bereits gefunden hat, an vielen der Balken vorkommen. Ueber die Bedeutung der Scheiden äussert sich Leber [2]) folgendermassen: »Ob die erst erwähnten Scheiden der Bindegewebsbalken etwas mit dem Lymphgefässsysteme zu thun haben, sodass etwa die Zwischenräume derselben als Lymphräume zu betrachten wären, bin ich nicht im Stande anzugeben.«

Meine eigenen Beobachtungen haben Folgendes ergeben: das ganze von den Balken durchzogene Hohlraumsystem zwischen den beiden Sehnervenscheiden wird von einem zusammenhängenden Endothel ausgekleidet. Das letztere hat jedoch je nach den Localitäten,

---

1) Beiträge zur Kenntniss der atrophischen Veränderungen des Sehnerven nebst Bemerkungen über die normale Struktur des Nerven. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV, 2 S. 164.

2) L. c. p. 172.

auf denen es sich vorfindet, ein verschiedenes Ansehn. Auf den Balken bildet es die von Leber beschriebenen glashellen kernhaltigen Scheiden, die also als Endothelhäutchen aufzufassen sind. Eine Trennung in wohlbegrenzte Zellen gelingt nicht; man erhält bei Isolationsversuchen stets nur mehr weniger grosse Fetzen. Da Leber keine Abbildung dieser mit Endothelscheiden versehenen Balken giebt, so bilde ich in Fig. 26 zwei an einer Seite mit einander verwachsene, fast vollständig von ihrer Endothelscheide umschlossene Balken ab. Die Kerne haben die gewöhnliche elliptische Gestalt der Endothelkerne und liegen höchst unregelmässig vertheilt, meist aber mit ihrer Längsachse parallel der Faserung des Balkens. Leber meint, dass diese Scheiden zuweilen unvollständig seien oder auch ganz fehlen und durch umspinnende Fasern ersetzt werden könnten. Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschliessen, muss vielmehr behaupten, dass, wo man die Scheiden nicht mehr bemerkt, dieselben von den Balken abgefallen sind. Dass sie in der That nach der Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit von den letzteren leicht abfallen, davon kann man sich ohne Mühe an jedem Präparate überzeugen. Selbst an den Stellen, wo die Balken noch vom Endothelhäutchen eingescheidet sind, liegt letzteres nach Einwirkung des genannten Reagens ihnen nicht fest auf, sondern hat sich bereits davon abgehoben, sodass man zwischen beiden einen deutlichen Zwischenraum erkennt (Fig. 26).

Schwieriger ist die Entscheidung der Frage nach dem Verhalten der Endothelhäutchen zu den sogenannten umspinnenden Fasern, wie man sie an den Balken zwischen den Sehnervenscheiden leicht durch Behandlung mit starker Essigsäure darstellen kann. Zerzupft man dies Gewebe und setzt dann starke Essigsäure zum Präparat, so erhält man die Balken mit den umspinnenden Fasern in zweierlei Gestalt. Die einen (Fig. 27 a) zeigen nur mehr weniger quer verlaufende Einschnürungen, ohne eine Spur von Kernen erkennen zu lassen, während andere gequollene Bündel ausser diesen Einschnürungen noch längliche, durch die Einwirkung der Essigsäure geschrumpfte Kerne zeigen (Fig. 27 b). Meiner Ansicht nach erklären diese Bilder sich ganz einfach in der Weise, dass an ersteren bei der Präparation die Endothelscheide verloren gegangen, bei den letzteren dagegen erhalten ist. Wahrscheinlich erklären sich auf dieselbe Weise auch die Differenzen zwischen den Angaben an-

derer Forscher über umspinnende Fasern. So bildet Kölliker[1]) an den Balken der pia mater des Neugeborenen Kerne ab, die nach ihm einem Zellen-Reticulum angehören, während Rollet[2]) diese Kerne leugnet.

Ich habe die Balken der Subarachnoidalräume beim Schaf und Hund untersucht und dieselben Verschiedenheiten im Ansehn der Bündel nach der Behandlung mit Essigsäure constatirt, wie an den Balken der Opticusscheiden. Ueberdies habe ich durch Maceration in Müller'scher Flüssigkeit von den Bindegewebsbündeln der Subarachnoidalräume ebenfalls Endothelhäutchen abheben können, was uns bei dem von mir gelieferten Nachweise des Zusammenhangs derselben mit den Lymphgefässen nicht wundern kann. Ich habe auch an anderen Orten, wo solche Bindegewebsbalken sich finden, stets ohne Mühe ein Endothelhäutchen auf ihnen nachweisen können und will hier nur das ligamentum pectinatum als ein Beispiel dafür anführen, welches ich im zweiten Theile meiner Untersuchungen über das Auge noch näher werde zu berücksichtigen haben. Natürlicher Weise muss man alle diese Gewebe frisch in die Müller'sche Flüssigkeit legen, da die Balken, je älter die Präparate sind, desto leichter beim Zerzupfen ihre Endothelscheide verlieren und man nun nackte Bindegewebsbündel in überwiegender Menge bemerkt. — Aus dem Angeführten geht nun wohl soviel hervor, dass die Kerne, die man an den von umspinnenden Fasern umzogenen gequollenen Bindegewebsbündeln bemerkt, nichts Anderes als die Kerne des umhüllenden Endothelhäutchens sind, da man sonst innerhalb der betreffenden Balken keine Spur von Zellen oder Kernen nachweisen kann, ein Factum, was in Rücksicht auf die Theorieen über die Genese des Bindegewebes gewiss Beachtung verdient. Ueber die Natur der umspinnenden Fasern selbst habe ich keine Untersuchungen angestellt, da es mir hier nur darauf ankam, nachzuweisen, dass die Endothelhäutchen nicht in umspinnende Fasern übergehen.

Ehe ich mich nun zur Beschreibung des etwas anders beschaffenen Endothels auf der Oberfläche der inneren und äusseren Wand unseres Lymphraums wende, wird es nöthig sein, noch einige Worte über die Balken selbst und über ihren Ursprung zu berichten. Als Ursprungs- und Ansatzpunkt des Balkengewebes dient je eine feste,

---

1) Gewebelehre. 5. Auflage. 1867. S. 79. Fig. 36.

2) Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1868. S. 49.

straff gewirkte, faserige Platte, die sich an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit oft leicht vom anderen Gewebe der Scheide abheben lassen. Diese Platten erinnern in ihrer Consistenz sehr an die Membrana Descemetii, lassen aber viel deutlicher einen faserigen Bau erkennen, als letztere. Sie sind durch ein lockeres Bindegewebe auf der inneren Oberfläche der äusseren, resp. der äusseren Oberfläche der inneren Scheide befestigt. Von ihnen entspringen nun die Balken, die von der einen zur anderen ziehen, sich oft verbindend und wieder trennend. Ihr Ursprung findet ganz in ähnlicher Weise Statt, wie der des Ligamentum pectinatum von der Descemet'schen Haut. Auch hier entwickeln sich die Balken aus der Substanz der Platten selbst; dicht an ihrer Ursprungsstelle erscheinen sie homogen, weil hier die constituirenden Bindegewebsfibrillen noch fest aneinander gepresst sind; in der Mitte ihres Verlaufs lassen sie jedoch sehr deutlich ihre Zusammensetzung aus Fibrillen erkennen. Letztere wird ganz evident an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit. Hier erhält man beim Zerzupfen oft eine Ausfaserung der Balken in einzelne Fibrillen.

Auf den dem Lymphraume zugekehrten Oberflächen der beschriebenen Platten zwischen den Ursprungsstellen der Balken befindet sich nun ebenfalls ein Endothel, das continuirlich in das der Balken übergeht. Es unterscheidet sich aber in einigen Punkten vom Endothelhäutchen der letzteren. Es zerfällt nämlich leichter in einzelne unregelmässig begrenzte Zellenplättchen mit je einem Kerne (Fig. 28 a u. b); an anderen Stellen isoliren sich kleine Fetzen mit mehreren Kernen (Fig. 28 c). Auffallend ist ferner die dichte Lagerung der Kerne, die auf einen relativ kleinen Zellkörper deutet. Oft liegen 4 oder mehr Kerne zu einer Gruppe vereinigt zusammen; nie finden sich hier so weite Zwischenräume zwischen ihnen, wie auf den Balken. Im Uebrigen gleichen die Kerne den an letzterem Orte vorkommenden. Endlich ist das Endothel der Seitenwände nicht so homogen, glashell, wie das der Balken; es zeigt um die meisten Kerne herum noch eine ziemlich bedeutende Menge körniger Substanz, die ich als Rest des embryonalen Protoplasma auffasse, während die Ränder der Zellen in die glashelle elastische Masse verwandelt sind. Auf den Balken nehmen diese Zellen allmählig den Charakter der erstbeschriebenen Endothelform an.

Auch durch die Silberbehandlung gelingt es leicht, wenigstens auf den einander zugekehrten Oberflächen der beiden Scheiden eine

Endothelzeichnung nachzuweisen. In Fig. 29 bilde ich ein Silbernetz ab, welches durch Behandlung der Innenfläche der äusseren Scheide mit Argentum nitricum von $^1/_2$ Procent erhalten wurde. Man sieht, dass die von den Silberlinien eingeschlossenen Felder eine auffallend lang ausgezogene Gestalt besitzen. An anderen Stellen erhält man jedoch auch regelmässig polygonale Felder. Auch die Silberbilder des epithelioiden Bindegewebes habe ich hier leicht darstellen können. An den Balken scheint die Darstellung einer Endothelzeichnung nicht so leicht zu gelingen; wenigstens habe ich eine solche bei den wenigen Versuchen, die ich in dieser Beziehung anstellte, ebenso wenig, wie Leber, erhalten können.

In vorstehenden Zeilen habe ich eine Beschreibung der Lymphbahnen des hinteren Augenabschnitts und ihrer Begrenzungen gegeben, soweit ich dieselben aus eigener Anschauung kennen gelernt habe. Um uns einen vollständigen Ueberblick zu verschaffen, müsste nun eine Beschreibung der Lymphwege der Retina und ihrer Abzugskanüle folgen; es müsste ferner der Glaskörper in seinen etwaigen Beziehungen zum Lymphgefässsysteme näher berücksichtigt werden. Ich habe vor der Hand von einer eingehenden Behandlung dieser Fragen absehn müssen, um zunächst die Lymphbahnen des vorderen Augenabschnitts und ihre Beziehungen zu den oben beschriebenen zu erforschen, worüber ich in einer späteren Arbeit berichten werde. Ich halte es jedoch für zweckmässig, in den folgenden Zeilen einen kurzen Ueberblick über das, was bisher in der Retina und im Glaskörper von lymphatischen Wegen bekannt geworden ist, zu geben.

In der Retina hat bekanntlich His [1]) zuerst Lymphgefässe beschrieben, welche hier, wie in den Centralorganen des Nervensystems, als perivasculäre Kanäle erscheinen. Ihre Abflusswege aus dem Augapfel sind bisher unbekannt geblieben. Ich habe nur einige wenige Versuche zur Entscheidung dieser Frage anstellen können, und diese waren erfolglos. Meine Hoffnung, durch Injection in den Arachnoidalraum auch die perivasculären Kanäle der Retina zu injiciren, ist nicht in Erfüllung gegangen; ebenso blieben Einstich-Injectionen in den Opticus-Stamm, deren ich übrigens nur eine geringe Zahl angestellt habe, erfolglos. Auf jeden Fall muss der Abfluss im

---

1) L. c.

Opticusstamme selbst Statt finden und zwar entweder auch fernerhin in einem perivasculären Raume oder in selbstständig verlaufenden Lymphgefässen. Eine schliessliche Einmündung in den Arachnoidalraum scheint mir deshalb trotz des erwähnten negativen Injectionsresultats nicht unwahrscheinlich. Eine solche würde um so eher zu erwarten sein, wenn der Abfluss perviasculär um die vena centralis herum erfolgte. Es würde dann die abführende Lymphbahn in Begleitung der Vena ophthalmica bis zum Sinus cavernosus verlaufen, um in dessen Nähe in den Arachnoidalraum einzumünden. Offenbar wird aber die in den oberen Theil des Arachnoidalraumes eingespritzte Masse eher zum naheliegenden Foramen opticum gelangen, als in die Gegend des Sinus cavernosus, und werden demnach der subvaginale und supravaginale Raum schon gefüllt sein, wenn die Masse in den Anfang der muthmasslichen perivasculären Kanäle eindringt, und somit deren weitere Füllung verhindern müssen.

In neuster Zeit haben Henle und Merkel [1]) einen Raum zwischen der »Membrana limitans hyaloidea« und der Opticusfaserschichte der Retina beschrieben und denselben wegen seiner Analogie mit dem epicerebralen Raume des kleinen Gehirns und des Vorkommens von Lymphkörperchen innerhalb desselben für einen Lymphraum erklärt. Meiner Meinung nach hat diese Ansicht viel für sich, ist aber noch durch eine Injection zu beweisen. Wenn hier wirklich ein Lymphraum existirt, so ist der Analogie nach zu vermuthen, dass er mit den perivasculären Kanälen der Retina im Zusammenhang steht. So lange wir aber nur das eine von His angewandte Mittel zur Füllung der letzteren, nämlich forcirte Injection in die Blutgefässe besitzen, ist darüber keine vollständige Klarheit zu erhalten.

Was schliesslich den Glaskörper betrifft, so kennen wir aus diesem Organe mit Sicherheit noch gar keine Lymphbahnen. Zwar hat Iwanoff [2]) gefunden, dass die Blutgefässe der Hyaloidea des Frosches von perivasculären Kanälen umgeben sind. Allein diese Blutgefässe und ihre Lymphscheiden sind nur die Analoga der betreffenden Gebilde der Retina der Säugethiere. Denn wie wir durch

---

1) Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschr. f. rationelle Medicin (3) Bd. 34.

2) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Frosch-Glaskörpers. Medicin. Centralblatt 1868. Nr. 9. S. 129.

die Untersuchungen von H. Müller[1]) wissen, entsprechen die Gefässe der Hyaloidea der Amphibien und Fische, denen wie den Vögeln Netzhautgefässe gänzlich fehlen, den Blutgefässen der Retina der Säugethiere. Als Lymphbahnen des Glaskörpers selbst können sie somit nicht bezeichnet werden. Auch die neueste Angabe von Stilling[2]), dass man an den Augen erwachsener Thiere durch Aufträufeln einer Carminlösung auf die hintere Seite des Glaskörpers einen centralen Kanal desselben entsprechend dem Verlaufe der oblitterirten Arteria hyaloidea füllen könne, steht zu isolirt, um daraus weitergehende Schlüsse ziehen zu können.

Zum Schlusse möge es mir noch gestattet sein, einige Bemerkungen über pathologische Zustände des Auges folgen zu lassen. Bisher hat man bei der Erörterung der Ursachen einer intraoculären Drucksteigerung meist nur auf die Blutstauung Rücksicht genommen. Es ist aber aus der oben gelieferten Beschreibung der Lymphbahnen leicht ersichtlich, dass auch eine Lymphstauung in Folge verschiedener Ursachen wird eintreten können; bei dem Vorhandensein einer solchen muss aber der intraoculäre Druck selbstverständlich auch vermehrt werden. Ich will hier nur auf eine mögliche Ursache für eine solche Lymphstauung aufmerksam machen. Wenn eine Blutstauung im Verlaufe der Venae vorticosae eintritt, in Folge deren es zu einer Erweiterung derselben kommt, so wird letztere genügen, um den Scleralkanal, durch welchen diese Venen treten so vollständig auszufüllen, dass keine Lymphe aus dem Perichorioidalraum neben den Venen abfliessen kann. Wenn ein solcher Zustand länger dauert oder wenn in Folge einer chronischen Entzündung Verwachsungen zwischen der Wand des Kanales und der Gefässwand eintreten, welche die perivasculären Kanäle undurchgängig machen, so wird sich die Lymphe im Perichorioidalraum ansammeln und es zu einer Ablösung der Chorioides und Steigerung des intraoculären Druckes kommen müssen. Es würde sich auf diese Weise leicht der seröse Erguss zwischen Ader- und Faserhaut erklären, welchen Iwanoff[3]) in einem Falle von Ablösung der Chorioides

---

1) Ueber die Netzhautgefässe von Embryonen. Würzburger naturw. Zeitschrift. Bd. II. 1861. S. 223.

2) Archiv f. Ophthalmologie 1868.

3) Zur Ablösung der Chorioidea. Archiv für Ophthalmologie XI, 1. S. 191.

fand, wo es ihm möglich war, die anatomische Untersuchung des betreffenden enucleirten Auges anzustellen.

Wenn beim Glaucom analoge Verhältnisse Ursache der Entstehung sein sollten, so würden dabei vor allen die noch unbekannten Lymphbahnen des Glaskörpers in Betracht kommen, deren Abfluss auf irgend eine Weise behindert sein könnte, sei es durch Obliteration der abführenden Kanäle, sei es durch eine Erweiterung der Blutgefässe; letzteres allerdings nur in dem Falle, wenn die Abzugskanäle perivasculär wären. Bei unserer Unkenntniss der Lymphwege des Glaskörpers lässt sich natürlich Näheres darüber noch nicht aussagen, und verzichte ich daher lieber auf jeden Versuch, die Erscheinungen des Glaucoms auf diesem Wege zu erklären. Nur dies sei noch erwähnt, dass bei einem von mir untersuchten glaucomatösen Auge, welches ich der Güte des Herrn Dr. Gunning in Amsterdam zu verdanken hatte, sich der Perichorioidalraum vollkommen normal verhielt.

Amsterdam, im Juli 1869.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel I, II u. III.

Fig. 1. Schematische Darstellung der hinteren Lymphbahnen des Auges vom Schwein. Nur die Lymphgefässe der Retina sind nicht angedeutet. Links ist das Verhalten der an den Bulbus sich ansetzenden Muskelsehnen zum Tenon'schen Raume (t) wiedergegeben; rechts ist der Tenon'sche Raum auch neben dem Ansatz derselben angedeutet. Die Bedeutung der Buchstaben ist folgende:

a. Fettschicht zwischen Musculus retractor und supravaginalem Raume.

c. Conjuctiva.

mr. Musculi recti.

m. retr. Musculus retractor bulbi.

p. Perichorioidalraum, durch einen schräg die Sclera durchsetzenden Kanal mit

t. dem Tenon'schen Raume in Verbindung stehend.

sbv. Subvaginaler Raum (Raum zwischen innerer und äusserer Sehnervenscheide).

spv. Supravaginaler Raum, die Fortsetzung des Tenon'schen zwischen äusserer Opticusscheide und Retractor bulbi.

v. Aeussere oder fibröse Scheide des Sehnerven.

" 2. (Zeis C, II). Durchschnitt durch die getrockneten Augenhäute des Schweins in der Gegend des Abflusskanales des Perichorioidalraums. Injection in den Perichorioidalraum mit Karminleim. Der Schnitt hat die austretende vena vorticosa (v) und ihren perivasculären Kanal in der Mitte ihres Verlaufs durch die Sclera senkrecht getroffen. r. Retina; ch. Gefässschicht der Chorioides. pch. Injicirter Perichorioidalraum. Die Injectionsmasse ist gequollen und man erkennt in Folge dessen die auseinander getriebenen Lamellen der Suprachorioidea, in deren Maschenräumen die Injectionsmasse liegt. scl. Sclerotica.

" 3. (Zeis C, II). Schnitt durch die Augenhäute des Schweins. Perichorioidalraum mit Berliner Blau injicirt. Bedeutung der Buchstaben wie vorhin.

" 4. Schematische Zeichnung des Durchtritts einer Vena vorticosa und ihres perivasculären Raumes durch die Sclera nach den beim Schwein gefundenen Verhältnissen. t. Tenon'scher Raum. vv. Vena vorticosa. Die übrigen Buchstaben wie vorhin.

" 5. (Hartnack IV, 1). Meridionalschnitt durch das Corpus ciliare des Menschen. Injection in den Perichorioidalraum und in die vordere Augenkammer mit Berliner Blau. pch. Perichorioidalraum, vorderes

Ende. c. S. Canalis Schlemmii injicirt. Von ihm aus hat sich eine Spalte im Ciliarmuskel und eine andere in der Sclera mit blauer Masse gefüllt.

Fig. 6. Durchschnitt durch die Eintrittsstelle des Opticus eines Schweinsauges. Natürliche Grösse. Der Raum zwischen äusserer und innerer Scheide des Sehnerven ist mit der blauen Injectionsmasse gefüllt.

„ 7. (Zeis D, II). a. Silbernetz von der Aussenseite der Chorioides eines weissen Kaninchens. b. Epithel der Innenseite derselben Chorioides. Beides bei derselben Vergrösserung gezeichnet, um die Grössenunterschiede hervorzuheben.

„ 8. (Zeis F, II). Silbernetz von der Aussenfläche der Chorioides eines weissen Kaninchens (Arg. nitr. $^1/_4{}^0/_0$). a. Verwaschene Linien, wahrscheinlich Stellen, wo die zur Sclera hinüberziehenden feinen Verbindungsbälkchen abgerissen sind. b. Spindelförmige Anschwellungen der Silberlinien. c. Kleines spindelförmiges Feld. d. »Schaltplättchen.«

„ 9. (Zeis F, II). 2 Felder eines ähnlichen Präparats vom Kaninchen mit deutlichen Kernen und auf der Oberfläche zerstreuten Silberkörnern.

„ 10. (Zeis F, II). Isolirter Fetzen des mit Silber behandelten Endothels der Suprachorioidea des Kaninchens. In jedem Silberfelde ein elliptischer nahe am Rande liegender Kern. Bei a ist der Riss entsprechend den Silberlinien erfolgt, bei b dagegen stehen letztere frei über die Grenze des Häutchens hervor. c. Kerne.

„ 11. (Zeis F, II). Silbernetz von der Aussenfläche der Chorioides des Schweins (Arg. nitr. $^1/_4{}^0/_0$).

„ 12. (Zeis D, II). Einige Silberfelder von der Innenfläche der Sclera der Katze (Arg. nitr. $^1/_4{}^0/_0$). Reichlicher körniger Niederschlag auf der Oberfläche der Zellen, den Kern frei lassend.

„ 13. (Zeis D, II). Silbernetz von der Innenfläche der Sclerotica der Katze (Arg. nitr. $^1/_4{}^0/_0$). Die Silberlinien kreuzen die darunter gelegenen Pigmentzellen auf die verschiedenste Weise.

„ 14. (Zeis D, II). Silbernetz von der Innenfläche der Sclerotica des Hundes (Arg. nitr. $^1/_2{}^0/_0$). a. Pigmentzelle vollständig von einer Silberlinie umschlossen und sich in die Mosaik der farblosen Zellen einreihend; a' eine solche innerhalb eines anderen Silberfeldes. b. Pigmentzellen ohne Silberbegrenzung.

„ 15. (Zeis F, II). Stück der Suprachorioidea des Menschen. Man erkennt elastische Fasern, Pigmentzellen und Endothelkerne; bei a liegen mehrere der letzteren dicht bei einander.

„ 16. (F, II). Aus der Suprachorioidea des Menschen. Vom elastischen Fasernetz mit den Pigmentzellen hat sich ein Stück der Endothelmembran abgehoben. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 17. (F, II). Durch Maceration in Müller'scher Flüssigkeit isolitrer Endothelfetzen von der Suprachorioidea des Menschen.

„ 18. (F, II). Ebenso. Bei a ist ein Kern in der Profilansicht zu sehen. Die Endothelmembran ist, wie man erkennt, in der Umgegend des Kerns am dicksten.

„ 19. (F, II). Durch Maceration in Müller'scher Flüssigkeit isolirte Pigmentzelle der Suprachorioidea des Menschen. Man erkennt deutlich die Abdrücke der elastischen Fasern.

„ 20. (F, II). Stück aus der Suprachorioidea des Schweins mit Pigmentzelle, farblosen Zellen und Endothelkernen.

„ 21. (F, II). a. Pigmentzelle aus der Chorioides eines 13 Ctm. langen Schafsembryo. b. Ebenso von einem 3 Tage alten Hunde.

„ 22. (F, II). Endothelhäutchen der Suprachorioidea des Kaninchens. Durch Müller'sche Flüssigkeit isolirt. a. Endothelkerne in Flächenansicht; b. ein solcher im Profil; c. am Häutchen haftende Pigmentzellen.

„ 23. (D, II). Silbernetz von der Aussenfläche der Sclera des Hundes (Arg. nitricum $^1/_4$ $^0/_0$).

„ 24. (F, II). Stück des durch Müller'sche Flüssigkeit isolirten Endothelhäutchens der Tenon'schen Kapsel vom Schwein.

„ 25. (F, II). Ebenso vom Menschen.

„ 26. Balken zwischen den Opticusscheiden mit ihren Endothelscheiden. Menschl. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

„ 27. (F, II). Balken zwischen den Opticusscheiden mit starker Essigsäure behandelt. a. Ohne Endothelscheide; b. noch mit der Endothelscheide, zu welcher die gezeichneten Kerne gehören. Schwein.

„ 28. (F, II). Endothel der inneren Fläche der fibrösen Scheide des Sehnerven vom Schwein. Müller'sche Flüssigkeit. a und b. Isoliste Endothelzellen; c. ein grösserer Endothelfetzen mit dicht neben einander liegenden Kernen.

„ 29. (D, II). Silbernetz von der Innenseite der fibrösen Scheide des Sehnerven vom Kalb. (Arg. nitricum $^1/_2$ $^0/_0$).

„ 30. (D, II). Silbernetz von der Innenfläche der Periorbita des Kaninchens. (Arg. nitricum $^1/_2$ $^0/_0$).

Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien.

Von

Franz Eilhard Schulze

in Rostock.

Mit Taf. IV, V und VI.

Leydig hat das Verdienst, das Seitencanalsystem der Fische, welches früher allgemein als ein drüsiger, Schleim absondernder Apparat angesehen wurde, zuerst für einen Sinnesapparat erklärt zu haben. Er stützte seine Ansicht durch den Nachweis zahlreicher in die Canäle eindringender und daselbst in besonderen knopfförmigen Gebilden endender Nervenfasern und lieferte nach mehrfacher Aenderung seiner ursprünglichen Angaben zuletzt in seinem Lehrbuche der Histologie S. 203 und S. 57 im Jahre 1857 folgende Darstellung des histiologischen Baues dieser Nervenendknöpfchen.

Durch ein bindegewebiges, mit engem Blutcapillarnetz versehenes Stroma ziehen zahlreiche dunkelrandige Nervenfasern mit vielfachen Theilungen und allmäliger Verschmälerung sich radiär ausbreitend gegen die Oberfläche, welche von einer Lage auffallender, nach Aussehen und Gruppirung den Retinastäbchen gleichender Cylinderzellen bedeckt ist. Zwischen diesen letzteren werden faserige Züge, ganz vom Habitus blassgewordener Nervensubstanz bemerkt, welche in grubenförmigen Vertiefungen des Epithels mit einer zelligen Anschwellung enden und wahrscheinlich mit jenen Nervenfasern zusammenhängen.

Später entdeckte und beschrieb [1]) ich in der Haut junger

---

1) Reichert und du Bois Reymond Archiv 1867. S. 759.

Fische eigenthümliche hügelförmige Gebilde und deutete dieselben als den Nervenknöpfen der Seitencanäle entsprechende Endorgane der Seitennerven.

Aus dem ebenen oder leicht concaven Gipfelfelde einer solchen, wesentlich aus cylindrischen Epithelzellen bestehenden hügeligen Hauterhebung, in welche von unten her ein Nerv eintritt, sah ich eine Anzahl feiner starrer Haare rechtwinklig zur Oberfläche parallel ins Wasser hinausragen, sehr ähnlich den auf der Crista acustica der Ampullen gefundenen, nur bedeutend kürzer als jene. Diese starren Härchen liessen sich mit einer geringen conischen Verbreitung in gewisse helle, den Hügel selbst durchsetzende, andererseits aber mit den aufsteigenden Nervenfasern in Verbindung stehende Züge verfolgen, so dass auf einen direkten Zusammenhang der Haare mit den Nervenfasern geschlossen werden durfte. Ferner beschrieb ich eine zarte helle Röhre, welche von dem oberen, die haartragende Fläche des Hügels umgrenzenden Randsaum entspringt, das Haarbündel umschliesst und, dasselbe mehrmals an Länge überragend, an dem äusseren Ende offen und quer abgestutzt, rechtwinklig zur Oberfläche des Thieres frei ins Wasser hinaussteht.

Es muss befremden, dass eine Bestätigung dieser Beobachtungen von Seiten anderer Forscher bisher nicht nur vollständig ausblieb, sondern sogar in einer 1862 erschienenen Arbeit von R. M. Donell, On the systeme of the lateral line in fisches (Transactions of the royal irish academy. Vol. XXIV) wieder die alte Ansicht von der secretorischen Function des Seitencanalsystemes vertreten wird.

Um so mehr halte ich mich für verpflichtet, die Ergebnisse weiterer Untersuchungen über diesen Sinnesapparat, welche meine Angaben einestheils im Wesentlichen bestätigen, anderntheils nicht unerheblich erweitern, jetzt, nachdem dieselben einen gewissen Abschluss erreicht haben, zu veröffentlichen.

Zur Aufsuchung der in Rede stehenden Organe ist es nur nöthig, irgend einen unserer gewöhnlichsten Knochenfische, Plötz, Barsch, Stichling, Gründling u. s. w. einige Tage oder besser Wochen nachdem er das Ei verlassen, in einem Wassertropfen lebend auf den Objectträger zu bringen und mittelst eines durch irgend welche Unterlage leicht gestützten Deckblättchens festzulegen. Um einen Sinneshügel von der Seite zu betrachten, wählt man zweckmässig die Seitengegend des Kopfes dicht hinter dem Auge, zur Unter-

suchung von oben empfehlen sich die an den Seiten des Schwanzes gelegenen Organe, welche man bei platt aufliegendem Schwanze, geleitet durch die letzten Ausläufer des Seitennerven unschwer entdeckt und selbst mit starken Objectivsystemen studiren kann. Ja, es sind nicht einmal so ganz junge Thierchen erforderlich, auch an dem abgeschnittenen, platt ausgebreiteten Schwanze erwachsener Plötze, Kaulbarsche u. s. w. kann man, wie ich vor einigen Jahren zu meiner eigenen Ueberraschung entdeckte, dieselben Gebilde, wenn auch weniger deutlich, finden, und bei den hier an der Warnowmündung häufigen Gobius minutus werden sie an dem vollständig ausgewachsenen Thiere überall, sowohl in der ganzen Seitenlinie als auch in deren Verzweigungen am Kopfe von der nämlichen Form angetroffen. Bei diesen letzteren Fischen kommt es aber niemals zur Entwickelung von Canälen in der Seitenlinie. Man wird daher auch die sonst für den ganzen Sinnesapparat gebräuchliche Bezeichnung »Seitencanalsystem« nicht mehr in diesem weiten Sinne anwenden dürfen; ich werde mich vielmehr künftig der einfachen und keine Theorie irgend welcher Art involvirenden Benennungen »Seitenorgane« und »Seitenorgansystem« als allgemeinen Ausdruck für das ganze System bedienen, mögen nun die betreffenden Organe in Form einfacher hügeliger Hautvorsprünge frei in's Wasser hinausstehen oder als von Leydig sogenannte Nervenknöpfe sich im Grunde röhrenförmiger Canäle befinden; haben wir es doch immer mit den Endorganen des Seitennerven (N. lateralis) zu thun.

Alle frei vorstehenden, hügelförmigen Seitenorgane der Fische bestehen im Wesentlichen aus einer Epithelerhebung und zeigen in Form und Bau grosse Uebereinstimmung. Der auf einer rundlichen Basis von etwa 0,1 Mm. Breite stehende Hügel besitzt eine anfangs ganz allmählich ansteigende, nach oben zu aber mehr bauchig vortretende Seiten- und eine quer abgestutzte Gipfel-Fläche. Diese letztere setzt sich mit einer leicht concaven Randpartie gegen die Seitenfläche ab, während sie im Uebrigen eben oder selbst schwach convex erscheint.

In dem Mitteltheile des Hügels selbst lässt sich eine Gruppe eigenthümlicher Zellen erkennen, welche von cylindrischer oder richtiger nach oben zu etwas conisch verjüngter Form, in je nach der Grösse des Organes wechselnder Zahl (10—40) nach Art eines Mei-

lers zusammenstehen und sämmtlich von der Basis bis zu der oberen querabgestutzten Endfläche reichen. Nicht in jedem Präparate treten dieselben gleich deutlich hervor; am Besten sah ich sie in der Seitenansicht bei gewissen Fischen, wahrscheinlich Brachsen, welche ich aus Laich erzog, der in der Warnow an Nymphäenblattstielen gefunden war. Hier konnte in dem breiteren unteren Endtheile einer jeden dieser etwa 0,01 Mm. langen Zellen ein heller rundlicher Kern deutlich erkannt werden (Taf. IV. Fig. 4). Ob die glänzenden rundlichen oder länglichen Körperchen, welche sich in dem Basaltheil der Seitenhügel regelmässig am Schwanze grösserer Plötze (Taf. IV. Fig. 5 u. 7) und Gründlinge (Taf. IV. Fig. 3) finden, auch derartige Zellenkerne sind, konnte nicht ganz sicher erkannt werden. Bisweilen sah ich an den Seitenorganen abgeschnittener Plötzschwänze, welche schon längere Zeit unter dem Mikroskope gelegen hatten, an Stelle dieser nicht mehr erkennbaren Cylinderzellen länglich birnförmige dunkelkörnige Massen (Taf. IV. Fig. 6), wahrscheinlich Zersetzungserscheinungen. In der Fig. 1 u. 2 meines Aufsatzes im Archiv für Anat. u. Physiol. sind die besprochenen Zellen zu schmal und zu dunkelrandig, so wie ohne den im unteren Ende befindlichen Kern dargestellt.

Nicht leicht ist es zu entscheiden, ob diese Elemente allein den ganzen Mitteltheil des Hügels ausmachen, oder ob zwischen denselben noch andere blassere Cylinderzellen vorkommen. Letzteres erscheint mir als das Wahrscheinlichere; jedenfalls umgiebt eine Lage solcher einfacher blasser Cylinderzellen die oben beschriebene Zellengruppe und bildet mit den oberen Endflächen die Randpartie des vorhin erwähnten Gipfelfeldes, während die Endflächen der von ihnen mantelartig eingeschlossenen Zellen den Mitteltheil dieses Feldes darstellen.

Die ganze Seitenfläche des Hügels wird von grossen flachen polygonalen Epithelzellen gedeckt, welche sich von den umgebenden Deckzellen der gewöhnlichen Epidermis in Nichts unterscheiden, und auch von denselben durch keine erkennbare Grenze geschieden sind. Bei manchen Fischen, besonders bei jungen Schollen und bei Gobins lassen sich an der äusseren Fläche dieser platten Deckzellen ebenso wie an den übrigen obersten Epidermiszellen eigenthümliche Liniensysteme erkennen. Diese Linien laufen einander und meistens auch den Seitenrändern der polygonalen Zellen selbst parallel, stellen daher in der Regel geschlossene Curven dar (Taf. IV. Fig. 1). Bisweilen

aber bilden sie auch mäandrische Liniensysteme, wobei sie hie und da frei aufhören (Taf. IV. Fig. 2). Mit dem stärksten der mir zu Gebote stehenden Objectivsysteme, Gundlach IX, gelang es, die scheinbaren Linien in Reihen deutlicher dunkler Punkte aufzulösen (Taf. IV. Fig. 1). Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass wir es hier mit ähnlichen Cuticularsaumporen zu thun haben, wie sie an den obersten Epidermiszellen der Neunaugen schon lange bekannt und von mir auch bei Knochenfischen bereits erwähnt sind (dieses Archiv Bd. III. S. 144).

Von unten her zieht gegen die Mitte der Basis eines jeden Hügels ein kleines Bündel Nervenfasern, welche plötzlich etwas divergirend auseinanderlaufen, am lebenden Thiere aber nicht weiter deutlich verfolgt werden können; höchstens gelingt es einmal von dem letzten Ende einer markhaltigen Faser einen helleren Zug bis zu einer der den Mitteltheil des Hügels bildenden Zellen zu verfolgen, wie ich dies schon in meiner ersten Publikation angab; doch möchte ich hierauf nicht grade viel Gewicht legen, da eine Täuschung gar zu leicht möglich ist.

Das Interessanteste und Auffallendste sind aber an den ganzen Hügeln jedenfalls die auf der Gipfelfläche stehenden starren Haare, welche durch ihr gleichmässiges und starkes Lichtbrechungsvermögen bei jeder Beleuchtung deutlich und scharf markirt mit eigenthümlichem Glanze hervortreten. Bei der Betrachtung von oben erscheinen sie im optischen Quer- oder Schrägschnitt als hellleuchtende, dunkelrandige Punkte, welche man beim Heben und Senken des Tubus der Richtung der Haare entsprechend auf und nieder verfolgen kann. Wesentliche Unterschiede sind weder zwischen den Haaren eines Hügels noch denen verschiedener Fischarten aufzufinden. Alle erscheinen durchaus g r a d e, s t a r r, stets vollkommen unbeweglich und von absolut gleicher Länge, nach meinen letzten Messungen 0,014 Mm. lang; alle sind drehrund, von einem bis zum äussersten querabgestutzten Ende völlig gleichen aber sehr geringen Durchmesser, dessen Bestimmung sich wegen des starken Glanzes nicht mit hinlänglicher Sicherheit ausführen lässt. Am unteren Ende besitzen sie dagegen eine schon früher erwähnte konische Verbreiterung, mit der sie auf der ebenen Endfläche des Hügels wurzeln. Gewöhnlich sind die Haare einer Gruppe ganz parallel und rechtwinklig zur Oberfläche ihres Standortes gerichtet, doch sah ich sie zuweilen auch ein wenig nach aussen divergiren. In diesen letzteren Aus-

nahmefällen schien die Hügelendfläche nicht vollständig eben, sondern leicht convex vorgewölbt zu sein. Auch zur ganzen Hautoberfläche des Fisches nehmen die Haare in der Regel eine senkrechte Stellung ein, doch ist hier und da, besonders häufig am Schwanze, die Axe der Hügel und damit auch der dieser gleich gerichteten Haarbüschel nicht grade seitwärts, sondern etwas nach hinten und aussen gerichtet. Die Zahl der auf einem Hügel beisammenstehenden Haare ist nicht überall dieselbe. Es kommen 20—40 und mehr zusammen vor. Bei ganz jungen Thieren und auf den hintersten Seitenorganen des Schwanzes traf ich die geringste Anzahl. Uebrigens ist nicht die ganze Endfläche des Hügels mit Haaren besetzt; stets bleibt eine Randzone frei, welche wie ein heller Saum die rundliche Gruppe der starkglänzenden Haarwurzeln umgiebt und jener concaven Grenzregion des im Uebrigen gewöhnlich ebenen Gipfelfeldes entspricht, von der schon oben die Rede war.

In allen Fällen, in denen sich die den Mitteltheil des ganzen Hügels wesentlich constituirenden Cylinderzellen mit hellem Kern deutlich erkennen lassen, sieht man die oben erwähnten conischen Basaltheile der Haare stets unmittelbar über den etwas verschmälerten peripherischen Enden jener Zellen liegen oder vielmehr auf denselben aufsitzen. Wenn nun auch durch einen solchen Befund der Zusammenhang der Haare mit jenen Zellen im höchsten Grade wahrscheinlich wird, so ist er zur Gewissheit geworden durch den bei anderen Seitenorganen an den isolirten Zellen geführten Nachweis, der weiter unten gegeben werden wird.

Als ein in verschiedener Beziehung höchst interessantes Gebilde bleibt uns jetzt noch jene helle zarte Röhre zu beschreiben übrig, welche an den frei vorstehenden Seitenorganen die Haare umschliessend angetroffen wird. Sie entspringt von dem Grenzrande der oberen abgestutzten Hügelfläche, ragt rechtwinklig zu dieser frei ins Wasser hinaus und hört an ihrem äusseren Ende quer abgestutzt und offen auf. Sie besteht ganz aus einer sehr dünnen, biegsamen, vollständig glashellen und structurlosen Membran, einer Gewebsformation, wie sie mir als freie, nirgends anliegende Bildung sonst nicht vorgekommen ist. Ihre Länge variirt bei den verschiedenen Fischarten so wie nach der Körpergegend und dem Alter der Thiere und beträgt durchschnittlich etwa 0,1 Mm. Ich glaubte früher, dass sie stets einen kreisförmigen Querschnitt habe. Diese Form scheint allerdings bei einigen Fischen, Barsch, Gründling u. s. w.

vorzukommen; viel häufiger habe ich jedoch in den letzten Jahren, als ich mehr auf diesen Punkt achtete, Röhren von länglich-ovalem Durchschnitte angetroffen (Taf. IV. Fig. 1). Eine sehr eigenthümliche Form besitzen sie an den Seitenorganen von Gobins minutus. Hier ist der Querschnitt ähnlich wie der Längsdurchschnitt einer Citrone gestaltet, also sehr länglich und in der Nähe der beiden schmalen Enden von den Seiten her eingebuchtet (Taf. IV. Fig. 2). Alle Röhren, mag ihr Durchschnitt rundlich oder oval oder wie sonst immer gestaltet sein, sind im völlig unversehrter Zustande stets grade und überall gleichweit; indessen kommen besonders bei nicht sehr sorgfältig behandelten Fischen leichte Faltelungen, besonders am peripherischen Ende, hie und da auch scheinbare Erweiterungen, Biegungen, Knickungen, ja völlige Torsionen und gänzliche Zerknitterung vor. Derartige Veränderungen lassen sich zuweilen durch Herumwerfen des Objectes unter dem Mikroskope erzeugen. Schon bei verhältnissmässig schwachen Strömungen des umgebenden Wassers bemerkt man ein leichtes Biegen und Hin- und Herflottiren.

Nicht an jedem Seitenorgan, welches zur Beobachtung kam, habe ich übrigens die Röhre gesehen. Vergeblich habe ich mich z. B. bemüht, sie auf den seitlich am Kopfe vorstehenden Hügeln junger Stichlinge, an denen die Haare grade ausgezeichnet scharf hervortraten, zu erkennen. Eine ganz eigenthümliche Modifikation erleidet diese helle Scheide an den Seitenorganen des Schwanzes mancher Fische. Beim Plötz und Rothauge schlägt sich nämlich zuweilen eine zarte, durchsichtige Membran nach Art einer Wagentasche von vorne und den Seiten her über den in einer molden- oder rinnenartigen Vertiefung zwischen zwei Schwanzstrahlen liegenden Sinneshügel weg, um, mit einem freien, concav ausgeschnittenen hinteren Rande aufhörend, die äussere Wand eines taschenartigen Hohlraumes zu bilden, dessen einzige Oeffnung nach hinten gerichtet ist, und in dessen blinden Grund das Haarbüschel des Seitenorganes hineinragt (Taf. IV. Fig. 5, 6 u. 7). Form und Länge dieser Taschen wechselt nicht unerheblich. Bald sind sie grade und parallelwandig überall gleichweit, bald ist die hintere Mündung enger, bald wieder weiter als der Gang selbst; sehr häufig findet sich an dem vorderen Grunde eine ampullenartige Auftreibung. Selten kommen sie an Länge den frei vorstehenden Röhren gleich, oft überragen sie die Haare nur um deren eigene Länge (Taf. IV. Fig. 7).

Ich habe schon mehrfach erwähnt und es von vorn herein als feststehend angenommen, dass die so eben beschriebenen hügelförmigen Seitenorgane bei allen den Fischen, welche im erwachsenen Zustande ein Seitencanalsystem besitzen, zu den im Grunde jener Canäle liegenden, von Leydig zuerst näher studirten Nervenknöpfen werden, dass wir also in beiden Bildungen dasselbe Organ vor uns haben. Den Beweis für diese Behauptung liefert die Entwickelungsgeschichte der Seitencanäle, welche sich, wie ich schon in meiner ersten Abhandlung mittheilte, am Besten an der Schwanzwurzel junger Schollen (Platessa vulgaris) studiren lässt. Wie bei den meisten Fischen, so läuft auch hier ein Endast des N. lateralis an jeder Seite zwischen den beiden mittelsten Flossenstrahlen bis gegen das Ende des Schwanzes und giebt von Zeit zu Zeit kleine Aestchen zu den in einer langen Reihe geordneten, bei Fischen unter 15 Mm. Länge noch völlig freiliegenden Seitenhügeln ab. Untersucht man etwas grössere Fischchen dieser Art von 20—30 Mm., so bemerkt man bei einer von dem hinteren Schwanzende nach dem vorderen zu vorschreitenden Musterung der Seitenorgane zuerst neben einem derselben ein Paar längliche schmale lippenartige Hautvorsprünge, welche sich an beiden Seiten parallel den Flossenstrahlen erhebend mit ihren oberen convexen Rändern über dem Sinnesorgane selbst zusammenneigen. Dabei kann zunächst noch zwischen beiden eine mehr oder minder breite Spalte übrig bleiben, welche aber wegen der Convexität der Faltenränder in der Mitte grade über dem Sinneshügel am engsten ist, sich nach vorne und hinten zu dagegen schnell erweitert (Taf. IV. Fig. 8, oben). Betrachtet man nun das benachbarte, zunächst vordere Seitenorgan derselben Reihe, so findet man hier gewöhnlich schon eine vollständige Verschmelzung beider Hautfalten in ihren Mittelpartien, so dass nur vorne und hinten noch eine rundliche Zugangsöffnung zu dem von dieser Verbindung überwölbten Gange übrig bleibt, in dessen Mitte der haartragende kleine Hügel sich befindet, der jetzt zum Leydig'schen Nervenknopf geworden ist (Taf. IV. Fig. 8). Bisweilen gelingt es auch gerade das Stadium zu sehen, in welchem die beiden lippenartigen Hautfalten sich eben berühren oder wie in Fig. 9 auf Taf. IV dargestellt ist, sich etwas übereinander gelegt haben und gerade im Verschmelzen begriffen sind. Deutlich erkennt man durch die so neuentstandene, anfänglich noch durchscheinende Aussenwand des sich bildenden Seitencanales hindurch die in sein Lumen hineinra-

genden Haare des ehemaligen Seitenhügels; ja, ich habe hin und wieder selbst den optischen Querschnitt der die Haare umhüllenden hyalinen Röhre erkennen können; so dass also auch dieser accessorische Theil sich wenigstens eine Zeit lang noch in dem Seitencanal erhält.

Aehnliche, wenngleich weniger klare Bilder kann man auch von anderen Fischen und aus anderen Körpergegenden erhalten; so finde ich z. B. unter meinen Zeichnungen die Abbildung eines Canales, welcher sich dicht neben dem Auge eines 30 Mm. langen Barsches befand, und durch die schon ziemlich dicke aber noch hinlänglich diaphane Aussenwand die starren Haare des Nervenhügels deutlich hindurchschimmern liess. — Indessen würde, selbst wenn diese directen Beobachtungen des Ueberganges der einen Form der Seitenorgane in die andere nicht vorläge, die Identität beider schon aus der völlig übereinstimmenden Lage und ihrer gleichen Beziehung zu den Seitennerven erschlossen werden können, eine Uebereinstimmung, welche besonders deutlich da hervortritt, wo es selbst beim erwachsenen Thiere nicht zur Bildung von Canälen oder taschenartigen Vertiefungen kommt. Bei vollständig ausgewachsenen Gobius minutus kann man das System der Seitenhügel mit ihren frei ins Wasser hinausstehenden hellen Röhren, am Besten in der Ansicht von oben, am lebenden Thiere überblicken, wenn man dieses einfach in einem flachen Schälchen mit Wasser mit 30—50facher Vergrösserung untersucht. Man erkennt dann die senkrecht zur Hautoberfläche vorstehenden hyalinen Röhren und überzeugt sich leicht, dass sie nur da vorkommen, wo sich bei anderen Knochenfischen die Seitencanäle finden, also vor Allem in der ganzen Seitenlinie von der Gegend dicht hinter den Brustflossen bis zum letzten Schwanzende, dann aber auch in gewissen an den Seiten des Kopfes unter den Augen, über den Kiemendeckapparat und den Unterkiefer wegziehenden Linien. Nur die bei vielen Knochenfischen entwickelten Züge, welche über die Augen weggehen, konnten hier nicht erkannt werden, sei es, dass grade diese Züge wegen der nahe zusammengerückten Augen bei Gobins minutus überhaupt nicht entwickelt sind, oder dass sie bei der Rückenansicht des Thieres nicht deutlich genug hervortreten. Ueberraschend war es mir, die in der Linea lateralis am Rumpfe stehenden Seitenorgane nicht in einer dieser Linie entsprechenden Reihe einzeln hinter einander, sondern immer in kleinen Gruppen von 3—5 in senkrecht zur Seitenlinie

gerichteten Querreihen gestellt zu finden (Taf. V. Fig. 1). Auf dem bei flacher Ausbreitung leicht zu untersuchenden Schwanze von Gobius minutus sieht man jederseits zwei nahezu parallele Reihen von in annährend gleichen Abständen einzeln hinter einander folgenden Seitenorganen, deren eine, entsprechend dem Nerven, welcher die direckte Fortsetzung des Seitennerven darstellt, zwischen den beiden mittelsten Strahlen der Flosse liegt, während die anderen in einem um drei Knochenstrahlen weiter dorsalwärts gelegenen Interstitium, einem dorsalen Aste des Seitennerven folgend, verläuft (Taf. V. Fig. 2). Am Schwanz der Scholle fand ich jederseits nur eine und zwar in der Mittellinie des Schwanzes gelegene Reihe.

Bei Gobins so wie bei allen Fischen, bei welchen die hellen, von den Spitzen der Seitenhügel sich erhebenden Röhren einen ovalen Querschnitt zeigen, sind diese mit ihrem grösseren Querdurchmesser senkrecht oder fast senkrecht zur Längsaxe des Thieres gestellt, während die Seitencanäle fast überall ganz oder annähernd mit derselben gleichgerichtet erscheinen.

So fördernd nun auch die mitgetheilten, an ganz jungen lebenden Fischen oder frisch abgeschnittenen Theilen gewonnenen Untersuchungs-Resultate für unsere Kenntniss des feineren Baues der Seitenorgane erscheinen mögen, so durfte doch daneben auch das Studium der ausgebildeten Organe im Grunde der bekannten Seitenkanäle an Macerations- und Erklärungspräparaten nicht vernachlässigt werden. Zu diesem Zwecke wählte ich die grossen Nervenknöpfe am Kopfe des Kaulbarsches, wesentlich mit Rücksicht auf die hauptsächlich an diesem Objecte ausgeführten Untersuchungen Leydig's.

Die bindegewebige Grundlage des eine flache Erhebung im Grunde eines Seitenkanals darstellenden Nervenknopfes, welche im Wesentlichen aus einem gallertigen, von vereinzelten feinen Fasern durchzogenen und an stern- oder spindelförmigen Bindegewebskörperchen reichen Gewebe besteht, ist durch ein engmaschiges Netz weiter Capillaren ausgezeichnet, welches sich dicht unter der Oberfläche ausbreitet, nur noch gedeckt von einer dünnen hyalinen Grenzlamelle. Ein verhältnissmässig starkes, aus 20—40 dicken markhaltigen Fasern bestehendes Nervenstämmchen zieht von der Seite her bis unter die Mitte der ganzen Erhebung und strahlt dann plötzlich nach oben umbiegend mit einem rundlichen Büschel in dieselbe aus. Nachdem hier die Fasern durch vielfache Theilung und streckenweises Aneinanderlegen ein kurzes Geflecht gebildet haben,

ziehen sie grade gegen die Oberfläche, treten durch die unregelmässig rundlichen Maschen des vorhin erwähnten Grenzcapillarnetzes, durchbohren die hyaline Grenzschicht und dringen als markhaltige Fasern mittlerer Dicke in das höchst eigenthümliche Epithel ein, welches die grade über der Nervenausbreitung gelegene mittlere Partie der Hügeloberfläche deckt. — Die Hauptmasse dieser Epithelscheibe wird gebildet von ungewöhnlich hellen und auffallend langen (0,112 Mm.) Cylinderzellen, welche unter einander sehr ähnlich mit ebenen Endflächen in gleichem Niveau aufhören und sämmtlich, mit je einem ovalen grossen wasserklaren Kerne, der ein deutliches aber kleines Kernkörperchen enthält, unterhalb der Mitte versehen sind. Eine Aehnlichkeit mit Retinastäbchen, welche Leydig diesen Epithelzellen zuspricht, könnte sich, soviel ich sehe, höchstens auf das gleichmässig helle Aussehn der langen oberen kernlosen und körnchenfreien Endstücke beziehen, doch fehlt ihnen grade das jenen so eigenthümliche starke Lichtbrechungsvermögen und der dadurch hervorgerufene besondere Glanz. Als von diesen langen blassen Cylinderzellen gänzlich verschiedene Elemente werden in der obersten Region des ganzen Epithellagers zwischen denselben kurze, bauchige, im Allgemeinen birnförmig gestaltete Zellen mit stark körnigem Inhalt bemerkt. Dieselben lassen sich besonders gut an Nervenknöpfen studiren, welche einige Tage in einer Osmiumsäurelösung von 1 : 900 macerirten. Ganz abgesehen davon, dass diese birnförmigen Zellen durch die Einwirkung jenes Reagens tintenschwarz werden, und sich dadurch nicht nur isolirt, sondern auch in situ in den bei der Zerzupfung leicht in Form dünner Platten zu erhaltenden Zellengruppen scharf markiren, so treten an ihnen auch nur bei dieser Erhärtungs- und Macerations-Methode gewisse Structurverhältnisse und besonders wichtige Anhangstheile deutlich hervor, welche mit keinem anderen Reagens so gut zu conserviren sind.

Der nach oben gewandte schmalere Theil des nur etwa 0,022 Mm. langen birnförmigen Zellenkörpers besitzt eine im Niveau der übrigen Epithelgrenze gelegene querabgestutzte Endfläche, aus deren Mitte sich ein mit conischer Basis versehenes feines, starres Haar von 0,014 Mm. Länge erhebt, während an dem unteren dickbauchigen Theil der Zelle, aus dessen Innern gewöhnlich der helle rundliche Kern hervorschimmert, sehr häufig ein nach abwärts ragender fadenförmiger, zuweilen sehr deutlich variköser Fortsatz gefunden wird (Taf. V. Fig. 3 u. 7). Die frei über die Epitheloberfläche hinaus-

stehenden starren Haare, welche allerdings an den Osmiumsäurepräparaten selten ganz unversehrt, gewöhnlich verbogen, oft auch knotig wie geronnen oder halberweicht zu Gesichte kommen, ja nicht selten gar nicht erhalten sind, gleichen ganz den oben beschriebenen Haaren der frei vorstehenden hügelförmigen Seitenorgane, nur schien mir an den mit Osmiumsäure macerirten Zellen häufig die conische Verbreiteruung des Basaltheiles weiter hinaufzureichen als bei jenen, so dass mehr der Eindruck einer allmähligen Zuspitzung der Haare gewonnen wurde.

Während nun zwischen den oberen Enden der langen hellen Cylinder etwa im äussersten Viertel der ganzen Epithelhöhe diese körnigen, haartragenden birnförmigen Zellen in ziemlich gleichmässiger Vertheilung (etwa 1—2 Zellenbreiten von einander entfernt) stehen, finden sich in der die übrigen drei Viertel umfassenden unteren Region Gebilde ganz anderer Art zwischen den nämlichen blassen Cylinderzellen ebenfalls ziemlich gleichmässig aber sparsamer als die Birnzellen vertheilt, Gebilde, welche man an Osmiumsäurepräparaten auf den ersten Blick als markhaltige Nervenfasern erkennt. Es sind derbe Fasern verschiedener aber meistens ziemlich beträchtlicher Dicke, von gradem, gewöhnlich der Längsrichtung der Cylinderzellen parallelen, oft aber auch diese schräg kreuzenden oder selbst fast horizontalen Verlaufe, deren heller Axenstrang von einer Hülle umgeben ist, welche durchaus das eigenthümlich grauschwarze, durchscheinende Ansehn des mit Osmiumsäure behandelten Nervenmarkes zeigt und sich zu 2—5, seltener mehr, starken spindelförmigen, in fast mathematisch gleichen Abständen geordneten Varikositäten verdickt. Eine Schwann'sche Scheide findet sich nicht, weshalb denn auch zuweilen das Mark hie und da abblättert oder wie zerbröckelt und eigenthümlich rauh erscheint. Hat man die Fasern aus der abgehobenen Epithelkuppe isolirt, so erscheint das obere wie das untere Ende quer abgerissen, nur mit dem Unterschiede, dass aus der oberen Rissstelle noch einige kurze feine Fasern hervorragen. An den in Form dünner Blättchen durch Osmiumsäuremaceration mit nachträglichem Zerzupfen erhaltenen Zellengruppen kann man indessen unter Umständen von dem oberen Ende einer solchen starken varikösen Faser (welche von der unteren Epithelgrenze bis in die Nähe der durch die birnförmigen Zellen ausgezeichneten obersten Region reicht) zartere und blassere, gewöhnlich etwas schräg nach oben ziehende Fasern abgehen sehen

und zuweilen bis in das untere Ende einer birnförmigen Zelle verfolgen. An diesen zarten Endästen, von denen man gewöhnlich allerdings nur einen erhalten sieht, lassen sich hin und wieder auch Varikositäten wahrnehmen (Taf. V. Fig. 7); und kann wohl ihre Identität mit den am unteren Ende isolirter birnförmiger Zellen bemerkten varikösen Ausläufern nicht bezweifelt werden. Demnach ist der Zusammenhang der im Epithel befindlichen markhaltigen Nervenfasern mit jenen haartragenden Zellen nachgewiesen, und es bleibt nur noch die Verbindung der epithelialen Nervenfasern mit dem in der bindegewebigen Grundlage verlaufenden Nerven zu ermitteln. Es gelingt dies leicht, wenn man von Nervenknöpfen, die kurze Zeit in sehr schwacher Osmiumsäure (1:1500) oder in mehrfach verdünnter Müller'scher Lösung macerirten, durch vorsichtiges Schütteln oder zartes Abpinseln die sehr gelockerte und erweichte Epidermisdecke so abhebt, dass noch einige von den in dieselbe eintretenden Nervenfasern, wenngleich von ihrem Marke entblösst, also als nackte Axencylinder, doch meistens in ihrer ganzen Länge erhalten an der bindegewebigen Unterlage sitzen bleiben. Faltet man nun dieses, durch die Maceration selbst sehr hell gewordene Bindegewebspolster so, dass man grade eine an austretenden Nervenfasern reiche Stelle in der Randansicht erhält, so kann man sich auf das Sicherste davon überzeugen, dass die lang heraushängenden, nach der Osmiumsäureeinwirkung etwas knotig angeschwollenen, nach der Maceration in Müller'scher Lösung dagegen ziemlich glatten hellen Fasern die directe Fortsetzung der starken, markhaltigen Nervenfasern darstellen, welche schräg oder senkrecht im Bindegewebe aufsteigen, durch die Maschen des flächenhaft ausgebreiteten peripherischen Capillarnetzes hindurch und nach Durchbohrung der hyalinen Grenzschicht über die Bindegewebsoberfläche hervortreten (Taf. V. Fig. 4 u. 6).

Sehr interessant war es mir, an einigen der mit Müller'scher Lösung gewonnen Präparate diese isolirten, frei vorstehenden Axencylinder am oberen Ende in mehrere (bis zu 4) Fasern sich theilen zu sehen, welche von einem Punkte aus schräg nach aussen und oben verliefen (Taf V. Fig. 6) und ohne Zweifel jenen dünneren Verbindungsstücken entsprechen, welche wir zwischen den starken markhaltigen Nervenfasern des Epithels und den birnförmigen Haarzellen fanden. Es würde demnach zu jeder in das Epithel von unten her eindringenden markhaltigen Nervenfaser immer mehrere dieser

Nervenendzellen gehören, womit auch die Beobachtung übereinstimmt, dass letztere weit zahlreicher vorhanden sind, als die aus dem Bindegewebsstroma aufsteigenden Fasern.

Gegen den mittleren, grade über der Nervenausbreitung gelegenen Theil des Epithels, welcher durch die Osmiumsäurebehandlung eine Menge tiefschwarzer Theile hervortreten lässt, hebt sich eine auffallend helle umgebende Randzone ab. Dieselbe besteht nur aus solchen blassen langen Cylinderzellen, wie wir sie in der mittleren Region gleichsam als Stützgerüst für die nervösen Elemente antrafen. Die ganze übrige Innenwand des Seitencanals wird von einem niedrigen, wenig geschichtetem Epithel bekleidet, in welchem zahlreiche Becherzellen mit grobkörnigen Inhalte vorkommen, wie sie schon Leydig bemerkt und in Fig. 105 seines Lehrbuchs der Histologie dargestellt hat.

Halten wir nun die an den Nervenknöpfen der Seitencanäle erwachsener Knochenfische in Bezug auf die Endigung der Seitennerven gewonnenen Resultate mit dem an den freivorstehenden Seitenorganen lebender junger Fische Beobachteten zusammen, so könnte auf den ersten Blick der Unterschied nicht unerheblich erscheinen; doch wird eine eingehende Vergleichung bald die wesentliche Uebereinstimmung beider (natürlich von der Grösse abgesehen) herausstellen. Ebenso wie Jeder ohne Weiteres die Gleichartigkeit der über die Epitheloberfläche vorstehenden Haare, welche überdies dieselbe Länge besitzen, bemerken wird, muss auch Jedem die grosse Aehnlichkeit der Zellen auffallen, welche in beiden Organformen als die Träger dieser Haare auftreten. Es sind in jedem Falle birnförmige Zellen mit körnigem Inhalte und hellem rundlichen Kerne im unteren bauchigen Abschnitte, während der obere schmalere Theil querabgestutzt auf der Mitte seiner Endfläche ein mit conischer Basis versehenes Haar trägt. Bei den jungen Fischen erscheinen diese Zellen nur etwas schmäler aber fast ebenso lang wie in den Nervenknöpfen der erwachsenen.

Von den langen hellen Cylinderepithelzellen der Seitencanalnervenknöpfe lässt sich auf den niedrigen Sinneshügeln der jungen Thiere allerdings noch nicht viel sehen, doch ist auch dort ihre Anwesenheit schon aus dem mikroskopischen Bilde selbst zu erschliessen. Jedenfalls bemerkt man bereits einen Kranz heller cylindrischer Zellen als Einfassung um die mittleren körnigen, ein Analogon jener Ringzone langer blasser Cylinder, welche auf der Randpartie des

Nervenknopfes gefunden wurde. Wie wahrscheinlich aber auch bei den freistehenden Sinneshügeln junger Fische der Zusammenhang zwischen den von unten her aus der bindegewebigen Unterlage kommenden Nervenfasern und jenen haartragenden Zellen erscheint, ist oben angegeben. Von einer die Haargruppe einscheidenden hyalinen Röhre lässt sich in den Seitencanälen der erwachsenen Kaulbarsche Nichts entdecken, wenngleich ihr Vorhandensein an und für sich nicht unmöglich erscheint.

Schon in meiner ersten Publikation über die Seitenorgane habe ich nachgewiesen, dass in der Oberhaut von Triton- und Batrachier-Larven den freistehenden Sinneshügeln der jungen Fische höchst ähnliche Gebilde und zwar in der nämlichen Verbreitung wie dort zu finden sind. Auch bei diesen Thieren sind es Endorgane des N. lateralis, welcher nach Abgabe einiger Zweige an die Kopfhaut als ein starker Nerv jederseits an der Seite des Rumpfes und Schwanzes horizontal nach hinten verläuft, und auf diesem Wege ähnlich wie bei manchen Fischen an den Rückentheil der grossen Schwanzflosse einen dorsalen Ast abgiebt. Ich schilderte die Seitenorgane dieser Amphibienlarven als rundliche Hauthügel, welche im Wesentlichen aus langen cylindrischen, einer leichten Erhebung der bindegewebigen Grundlage aufsitzenden Epithelzellen gebildet werden. Aus der seicht concaven Endfläche eines solchen Hügels sah ich ebenso wie bei den jungen Fischen einige grade, starre Haare mit conischer Basis sich erheben und parallel in's Wasser hinausstehen. Auch fand sich eine ähnliche glashelle, aussen offene Röhre, wie ich sie dort kennen gelernt hatte. Bei der Untersuchung grösserer Tritonlarven, welche durch das aufliegende Deckblättchen stärker gequetscht werden mussten, sah ich oft um den Hügel herum eigenthümliche, mit homogener heller Flüssigkeit erfüllte Hohlräume, welche ich mir damals nicht recht zu deuten wusste, und einfach in der Zeichnung und Beschreibung so wiedergab, wie sie sich dem Auge darstellten.

Der einzige Anatom, welcher diese von mir im Jahre 1861 entdeckten und ausführlich beschriebenen Hautsinnesorgane der Amphibienlarven bisher kritisch nachuntersucht hat, Leydig [1]), konnte

1) Nov. act. Leopold.-Carolin. Bd. XXXIV. Ueber Organe eines sechsten Sinnes. S. 46.

zwar dieselben bei Tritonen und Bombinator igneus sowie beim gefleckten Landsalamander, dessen Larven mir nicht zu Gebote standen, wieder auffinden und meine Angaben über ihre Lage und Beziehung zu den Seitennerven bestätigen, weicht dagegen in der Darstellung ihres feineren Baues sehr wesentlich von meiner Beschreibung ab.

Leydig sieht vor allen Dingen in dem von mir als eine solide Zellenmasse erkannten Epidermishügel[1]) des Seitenorganes einen Hohlkörper, einen »Becher« (l. c. p. 50), an welchem sich eine deutliche distinkte Wandung, gebildet aus gewöhnlichen im Kreise aufgeschichteten und dabei theilweise länglich gewordenen Epithelzellen und ein Binnenlumen unterscheiden lassen soll. Im Grunde des so gebildeten Hohlraumes findet er einige, zu einem kugligen Ballen mit oberer heller Lücke vereinte, rundliche Zellen und nimmt an denselben einen gewissen, wenn auch schwachen Glanz, nach Einwirkung schwacher Kali bichrom.-Lösungen bei starken Vergrösserungen aber eine querstreifige, an den aufgerollten Faden der Nesselzellen mahnende Zeichnung wahr. In diesem eigenthümlichen Zellenballen soll ein heller homogener »Faden« von grosser Zartheit vielleicht ein festgewordenes Secrat, wurzeln, welcher über den Hügel weit hervorragt, und einen etwas dunkleren schärfer conturirten, Untertheil dagegen ein spitz auslaufendes äusseres Ende erkennen lässt. Von den starren Haaren mit conischem Basaltheil, welche ich auf dem Gipfel des Hügels sah und von der hellen dieselben umgebenden Röhre hat Leydig »auch nicht eine Spur« gefunden. Da er sich aber doch erklären möchte, wie ich zu diesen Angaben gekommen, so denkt er sich, dass die Haarbüschel auf meiner Figur 3 hh die Büschel stärkerer Wimperhaare sind, welche von mir auf die Hügel versetzt worden seien; die Haarkegel dd auf Fig 6 scheinen ihm auf Fettkörnchen bezogen werden zu müssen, welche an dieser Stelle vorhanden, und unter starker Vergrösserung sowie Heben und Senken des Tubus zu scharf conturirten Kegeln bei mir geworden seien.

Legt man eine etwa 15 Mm. lange Larve von Triton taeniatus mittelst eines grossen durch ein paar untergeschobene Glasstück-

---

1) Leydig's Behauptung, dass ich die Seitenhügel der Amphibien nicht als wesentlich epidermoidale Gebilde dargestellt hätte, habe ich bereits an einem anderen Orte (dieses Archiv V. S. 313) zurückgewiesen.

chen hinlänglich gestützten Deckblättchens in der Rückenlage mit der Vorsicht auf dem Objectträger fest, dass das Thierchen, von Wasser reichlich umgeben, nur eben leise und ohne wesentliche Störung der Blutcirculation gedrückt wird, so kann man an dem Seitenrande des Kopfes hinter dem Auge einige frei vorstehende Sinneshügel selbst mit stärkeren Vergrösserungen in der Seitenansicht bequem studiren. Zunächst und vor Allem fallen dem Beobachter die eigenthümlich glänzenden, feinen, graden, starren Haare auf, welche in wahrscheinlich mit dem Alter des Thieres zunehmender Zahl von 1—6 der etwas concavrandigen, im Uebrigen aber ebenen Gipfelfläche des Hügels in ziemlich gleichen Abständen mit conischer Basis aufsitzen und ohne sich am Ende zuzuspitzen rechtwinklig zur Hautoberfläche parallel in's Wasser hinausstarren. Sie gleichen demnach vollkommen den bei den Fischen gefundenen und zeigen auch, wie ich mich durch wiederholte Messungen überzeugt habe, genau dieselbe Länge wie jene, nämlich 0,014 Mm., ein Umstand, der mir von grossem Interesse zu sein scheint. Von dem scharf markirten Grenzrande der diese Haare tragenden, gewöhnlich etwas ovalen Endfläche des soliden (nicht hohlen, wie Leydig will) Hügels sieht man eine ausserordentlich dünnwandige, glashelle Röhre sich erheben, welche ebenso wie die an den Seitenorganen der Fische beobachtete überall gleich weit am äusseren querabgestutzten Ende mit scharfem freien Rande offen aufhört, eine Länge von 0,1 Mm. und darüber erreichen kann und durch den geringsten Wasserstrom gebeugt oder hin und her bewegt wird. Statt dieser Röhre beschreibt Leydig seinen soliden, nach aussen sich zuspitzenden Faden. Derartige Bilder, wie Leydig sie zeichnet, sind mir nicht fremd und auch nicht neu. Untersucht man ganz junge Tritonen von 8—10 Mm. Länge, so kann man stets einige Seitenorgane finden, deren Röhre noch so schmal ist, wie Leydig sie darstellt, und an denen sich auch entweder noch gar keine oder vielleicht erst einzelne Haare auffinden lassen (Taf. VI. Fig. 1). Es sind das zweifellos Entwickelungszustände, wie sie hier und dort auch an etwas älteren Larven noch anzutreffen sind, die ich jedoch in meiner ersten Beschreibung, wo ich nur die ausgebildeten Organe darzustellen beabsichtigte, glaubte unberücksichtigt lassen zu dürfen. Dass ferner bei schwachen Vergrösserungen die alsdann nur bei günstigem Lichtreflex sichtbaren Röhren als schmale Fäden erscheinen können (Leydig's Fig. 10 auf Taf. II) gebe ich gerne zu,

nur wird man sich bei Anwendung von 300—400maliger Vergrösserung bald von der wahren Natur dieser scheinbar soliden Fäden überzeugen. Ich kann mir übrigens nicht denken, dass ein Beobachter, wie Leydig, bei Wiederholung seiner Untersuchungen an 15—20 Mm. langen Larven von Triton taeniatus unter Anwendung einer 300fachen Vergrösserung die Haare und deren röhrenartige Hülle nicht sollte wahrnehmen können.

Eine Betrachtung der Seitenorgane von oben, wie sie sich am Leichtesten am Schwanze derselben Tritonlarven anstellen lässt, zeigt die Haare im optischen Quer- oder Schrägschnitt als hellleuchtende, dunkel begrenzte Punkte, welche beim Heben und Senken des Tubus, entsprechend der Richtung der Haare auf und nieder und nach unten zu in die oft erwähnte conische Verbreiterung des Basaltheiles verfolgt werden können. Natürlich muss man hierbei nicht auf die den Hügel bildenden Zellen, sondern auf die über deren Niveau sich erhebenden Theile einstellen. Ich hoffe, dass man mir eine Verwechselung solcher Haarquerschnitte mit glänzenden Fettkörnchen ebenso wenig zutrauen wird, wie eine subjective Versetzung etwaiger Flimmerhaare auf benachbarte Sinnesorgane. Bei grösseren Tritonlarven (2 Ctm. lang und darüber) habe ich an den Seiten des Schwanzes sehr längliche Hügel mit schmalem, von vorne nach hinten gestreckten oberen Mittelfelde angetroffen, aus dem 18—20 Haare in zwei Längsreihen alternirend geordnet hervorragten, während gewöhnlich nur 3—8 in einer rundlichen Gruppe zusammenstehen. Dass diese Querschnittbilder der starren Haare auch an den Schwanzseitenorganen von Batrachierlarven nicht vermisst werden, haben mich meine alten Zeichnungen der Seitenorgane von Bombinator igneus (deren eine ich zum Vergleiche mit Leydig's Fig. 19 hier (Taf. VI. Fig. 3) beifüge) so wie neue Untersuchungen gelehrt, zu denen ich Larven von Rana esculenta und temporaria, Rufo ciner., Pelobates fuscus und Hyla arborea benutzt habe (Taf. VI. Fig. 4, 5 u. 6).

Die Hügel selbst halte ich für wesentlich ebenso gebaut wie diejenigen der jungen Fische. Unter der äusseren Seitenbekleidung, welche nach oben zu bis an das Gipfelfeld hinanreicht und aus platten Grenz-Epithelzellen gewöhnlicher Art besteht, befindet sich eine Gruppe cylindrischer, nach oben zu etwas conisch verjüngten Zellen, welche nach Art eines Meilers zusammenstehen und mit ihren äusseren Endflächen das concavrandige obere Gipfelfeld bil-

den. Die in der Nähe der Axe des ganzen Hügels liegenden Zellen zeichnen sich durch im unteren Ende gelegne rundliche oft matt glänzende Kerne aus und dürften wohl ebenso wie die entsprechenden Zellen in den Seitenhügeln der Fische einerseits die grade über ihnen zu sehenden Haare tragen, andererseits mit den bis nahe an ihr unteres Ende zu verfolgenden Nervenfasern in Verbindung stehen.

Jene mit heller Flüssigkeit erfüllten Hohlräume, welche ich in meiner ersten Abhandlung beschrieb und zeichnete, werden bei ganz frisch zur Beobachtung kommenden Thieren nicht gesehen, sie entstehen aber leicht, wenn man ein Thier bei der Untersuchung etwas zu stark oder zu lange durch ein aufgelegtes Deckblättchen gequetscht hat, indem sich die obersten platten Epidermisdeckzellen blasenartig abheben; sind also durch die Präparation herbeigeführte Kunstproducte und haben mit jenen hellen grossen, Becherzellen vergleichbaren Zellen, welche ich in meiner früheren Arbeit (Epithel und Drüsenzellen. Dieses Archiv Bd. III. S. 168) beschrieben und gezeichnet (l. c. Taf. VIII. Fig. 8) habe, gar Nichts zu thun.

Wenn nun die Seitenorgane der Amphibienlarven nicht nur in der Lage und in ihrer Beziehung zum Nervensystem, sondern auch im feineren anatomischen Bau mit denen der Fische wesentlich übereinstimmen, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass sie in beiden Thiergruppen ein und dasselbe Organsystem darstellen, ein Organsystem, welches für einen besonderen Sinnesapparat zu halten uns nicht nur der Reichthum an zuführenden Nerven überhaupt, sondern besonders die eigenthümliche Art der Nervenendigung zwingt. Solche feinen starren Haare, welche als die freien Endspitzen gewisser ausgezeichneter Epithelzellen über die Epitheloberfläche vorragen, sind sonst nur an Stellen, wo Sinnesnerven enden und andererseits wiederum in den meisten Sinnesorganen der Wirbelthiere — mit Sicherheit in den Geruchs-, Geschmacks- und Gehörorganen — nachgewiesen.

Weit schwieriger als die Einreihung der Seitenorgane in die Gruppe der Sinnesorgane überhaupt wird die Ermittelung ihrer speciellen Sinnesfunction, d. h. die Bestimmung ihres adäquaten Reizes sein. Von der Qualität der durch sie vermittelten Sinnesempfindungen würden mir natürlich nur dann überhaupt Vor-

stellung gewinnen können, wenn es sich nachweisen liesse, dass dieser Sinn mit einem der unsrigen identisch sei.

Wir haben zunächst zu fragen: »Welche Bewegungsformen in Nervenerregung umzusetzen erscheinen die Seitenorgane besonders geeignet?« Wird es nun gleich vor der Hand schwerlich gelingen, diese Frage mit voller Sicherheit zu entscheiden, so halte ich doch schon jetzt unsere Kenntnisse von dem anatomischen Bau der Seitenorgane für hinlänglich, um sie als Grundlage für bestimmte Vorstellungen über ihre Function zu verwerthen.

Dabei muss ich mich zunächst gegen die Auffassung Leydig's erklären, welcher diese Sinnesorgane mit einer ganzen Reihe anderer Hautgebilde, zwar grösstentheils auch Sinneswerkzeuge, aber von sehr differentem Baue, zusammenstellt und alle als Organe eines sechsten Sinnes deutet. So rechnet Leydig unter anderen auch die von ihm sogenannten »becherförmigen Organe« hierher, welche ich früher auf Grund specieller Untersuchungen für Geschmacksorgane erklärt habe, nachdem ich nachgewiesen (Zeitschr. für wissensch. Zool. 1863 und dieses Archiv Bd. III. S. 152), dass sie nicht becherförmig hohl, sondern solide Zellenbündel sind, zusammengesetzt aus breiteren Stützzellen und ganz dünnen fadenförmigen, am äusseren Ende ein ganz kurzes feines und spitzes Härchen tragenden Sinneszellen, ähnlich den von M. Schultze entdeckten Riechzellen. Eine höchst erfreuliche Bestätigung fand diese meine Auffassung dadurch, dass die Endapparate des Geschmacksnerven des Menschen und der Säugethiere, welche einige Zeit darauf fast gleichzeitig von Schwalbe und Lovén entdeckt wurden, in Form und Bau eine ganz frappante Uebereinstimmung mit jenen becherförmigen Organen der Fischoberhaut zeigen, worauf auch Schwalbe (dieses Archiv Bd. IV. S. 182) sogleich hingewiesen hat.

Nun besteht aber zwischen den Sinneszellen der Seitenorgane und denjenigen der Geschmacksknospen (so nenne ich fortan auch die becherförmigen Organe) der Fische ein wesentlicher Unterschied. Die letzteren, die Sinneszellen der Geschmacksknospen, stellen lange fadenförmige Gebilde dar, welche von der bindegewebigen Unterlage bis zur Epitheloberfläche reichen und mit einem ganz kurzen spitzen Endhärchen nur eben über dieselbe hervorragen, während die ersteren kurze, dicke, birnförmige Zellen sind, auf deren breiter querabgestutzter Endfläche ein 0,014 Mm. langes Haar mit kegelförmiger Basis steht. Es kann demnach wohl

nicht daran gedacht werden, den Seitenorganen und Geschmacksknospen dieselbe Sinnesfunction zuzuschreiben, sie beide als Organe ein und desselben Sinnes aufzufassen.

Wenn aber Leydig glaubt, diese beiden so verschiedenen und noch mehrere andere Organformen »unter dem gemeinsamen Bilde einer Drüse« zusammenfassen zu können, so muss ich dagegen geltend machen, dass diese Drüsenähnlichkeit wenigstens an den von mir studirten Organen, also vor Allen den Seitenorganen und den Geschmacksknospen nicht besteht; denn die seichte Concavität, welche man zuweilen, durchaus nicht immer, an der äusseren gewöhnlich ebenen Oberfläche der Geschmacksknospen der Fischhaut wahrnimmt, ist eben kein Hohlraum, wie er einer Drüse zukommt, und wird wahrscheinlich durch temporäre Contraction, sei es der Epithelzellen selbst, wie Leydig vermuthet, oder, wie mir wahrscheinlicher ist, der unterliegenden Cutispartie veranlasst.

Bei der Ueberlegung, ob es — von den Bauverhältnissen zunächst einmal noch abgesehen — Gründe giebt, das Seitenorgansystem auf diesen oder jenen der bekannten Sinne zu beziehen, fällt es in's Gewicht, dass, während bei den Fischen Einrichtungen zur Vermittlung von Gesichts-, Gehörs-, Geruchs- und Geschmacksempfindungen bekannt sind, man für den Gefühls- oder Drucksinn, also für die Wahrnehmung von Massenbewegung bei ihnen bisher noch keinen Nervenendapparat hat auffinden können. Von vorne herein wird man aber geneigt sein, solche Organe in der Haut zu suchen, wo sie ja auch bei den höheren Wirbelthieren liegen. Aus diesem Grunde will auch Leydig in seiner ganzen Gruppe von Hautsinnesorganen etwas den Tastorganen Aehnliches erblicken, wenngleich seine Kenntniss von dem Bau der Theile noch keine bestimmte Vorstellung über die Art dieses Tastens zuliess. Jedenfalls werden wir gut thun, diese Möglichkeit bei unserem Hautsinnesorgane im Auge zu behalten, wenngleich es auf der Hand liegt, dass von einem Tasten im engeren Sinne des Wortes, wie wir es durch Massenbewegung fester Körper gegen unsere Haut oder umgekehrt, herbeiführen, hier nach der Lage und dem ganzen Bau der betreffenden Organe nicht die Rede sein kann. Denn nähmen wir selbst an, dass die zarten, auf der Gipfelfläche des Seitenorganes stehenden Haare die Berührung eines festen Körpers ohne Verletzung ertrügen, was doch nicht wahrscheinlich, so finden wir grade in den Seitencanälen der Knochenfische Einrichtungen, welche offenbar die tief im Grunde gelegenen Haare

vor der directen Einwirkung fester Körper mit Erfolg schützen, indem sie nur dem Wasser einen, auch noch beschränkten Zugang gestatten. Ueberhaupt findet eine Berührung der Körperoberfläche mit festen Körpern bei den meisten Fischen und Amphibienlarven kaum je statt, wie man sich durch sorgfältiges Beobachten frei oder in Aquarien sich bewegender Thiere leicht überzeugen kann. Da die Fische selbst meistens keiner Unterstützung durch feste Körper bedürfen und auch nur hin und wieder einmal Einrichtungen besitzen, um sich an denselben festzuhalten [1], so haben sie eigentlich nur Veranlassung feste Körper zu berühren beim Fressen, und auch in diesem Falle schicken sie gewöhnlich den beweglichen Bissen mit einem grossen Wasserstrom in die Mundhöhle.

Ein zweites für die Deutung der Seitenorgane wichtiges Moment ist der Umstand, dass dieselben ausschliesslich nur bei im Wasser lebenden Wirbelthieren vorkommen. Diese bestimmte Beziehung zum Wasseraufenthalte tritt am Auffallendsten bei den Amphibien hervor. Nur so lange diese Thiere durch ihre Kiemenathmung zum beständigen Aufenthalt im Wasser gezwungen sind, besitzen sie die betreffenden Sinnesorgane, sobald sich die Lungen entwickelt haben und das Luftleben beginnt, gehen dieselben wenigstens als Sinnesapparate unter. Dass sich, wie Leydig hervorhebt, an ihrer Stelle — so besonders in der Seitenlinie bei manchen Amphibien — später nach der Metamorphose grosse Hautdrüsen finden, kann, selbst wenn sich diese direct aus den ehemaligen Sinnesorganen hervorbilden sollten, nicht als ein Beweis dafür angesehen werden, dass solche Drüsen (wie sie übrigens auch an anderen Hautstellen, wo niemals Seitenorgane waren, z. B. bei Salamandra mac. auf dem Rücken in zwei Reihen dicht neben der Mittellinie vorkommen) nun auch daneben noch als Sinnesorgane functioniren, zumal da ihr anatomischer Bau auch nicht entfernt an den irgend eines Sinnesorganes erinnert. Dass aber auch zu Drüsen Nervenfasern zu verfolgen sind, wird nach den neueren Erfahrungen über die Abhängigkeit der Secretion vom Nerveneinfluss und besonders nach dem Ergebniss der Pflügerschen Untersuchungen über die Endigung der Nervenfasern in den Drüsenzellen nicht auffallend und keines-

1) Hierher würden die Saugscheiben einiger Fische, z. B. Cyclopterus, Echenëis u. a. gehören, so wie der Schwanz mancher Lophobranchier, z. B. Nerophis Ophidion, Hippocampus, wo sich aber grade Nichts von Seitenorganen findet.

wegs als ein Hinweis auf eine Sinnesorganfunction gedeutet werden dürfen. Es ist mir demnach nicht zweifelhaft und von Leydig auch früher so aufgefasst, dass das Seitenorgansystem der Fische und (wie ich hinzusetze) auch der Amphibienlarven ein speciell für den Wasseraufenthalt eingerichteter Sinnesapparat ist.

Ferner ist zu beachten, dass bei einer sorgfältigen Vergleichung der Seitenorgane mit allen bekannten Sinnesorganen hinsichtlich der Art der Nervenendigung eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Gehörorgan hervortritt. Dort ragen ebenfalls nach Max Schultze's Entdeckung (in den Ampullen) frei über die Epitheloberfläche feine starre Haare hervor, welche nach den Untersuchungen von Hasse [1]) auf breiten oben quer abgestutzten Zellen (»Stäbchenzellen« nach Hasse) aufsitzen, deren Zusammenhang mit Nervenfasern nachgewiesen wurde.

So wenig nun auch daran gedacht werden kann, die Seitenorgane als wahre Hörapparate anzusehen, nicht allein deshalb, weil Fische wie Amphibien schon ein entwickeltes, durchaus nach demselben Typus wie bei den Wirbelthieren gebautes Gehörorgan besitzen, sondern besonders deshalb, weil sich immerhin noch erhebliche Unterschiede in den Bauverhältnissen zwischen beiden Organsystemen finden — so werden wir doch von einer Vergleichung mit den Gehörsinneseinrichtungen unter Berücksichtigung der bestehenden Unterschiede ausgehen müssen. Der wesentlichste Unterschied besteht aber meiner Ansicht nach darin, dass die Nervenendhaare der Seitenorgane nicht wie die Hörhaare in eine allseitig eingeschlossene Flüssigkeit, wie es die Endolympha ist, sondern frei in das äussere Wasser hineinragen und, was mir besonders wichtig erscheint, weit kürzer und etwas derber sind als jene, welche bekanntlich in eine lange, äusserst feine Spitze auslaufen. Wie nun die Hörhaare durch gewisse Bewegungen des Mediums, in dem sie sich befinden, der Endolympha, nämlich durch die Schallwellen in Mitbewegung versetzt eine Nervenerregung veranlassen, welche zum Gehirn fortgeleitet dort zur Sinnesempfindung des Hörens führt — so werden auch die Sinneshaare der Seitenorgane sicherlich durch gewisse Bewegungen der Flüssigkeit, in welche sie hineinragen, nämlich des äusseren Wassers, in Mitbewegung versetzt die Erregung der zuführenden Nervenfasern und mittelst

1) Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XVII.

dieser eine Sinneswahrnehmung herbeiführen. Es wird also vor allen Dingen darauf ankommen, eine Vorstellung von der Art dieser Wasserbewegungen zu gewinnen.

Fragen wir zu dem Zwecke vorerst, welche Bewegungsformen des Wassers die über die Körperoberfläche vorstehenden Haare treffen und mitbewegen müssen, so ist klar, dass dies zunächst durch jede Massenbewegung des umgebenden Wassers gegen den Fischkörper oder dieses letzteren gegen das erstere geschehen muss; denn bei jeder Bewegung, bei jeder Lageveränderung des Fisches gegen die umgebende Wassermasse, sei es nun, dass diese an ihm oder er an ihr vorbeigleitet, werden die vorstehenden Haare gedrückt und da sie nicht absolut starr sind, etwas gebeugt werden. Hieran wird auch weder die zarte hyaline röhrenförmige Hülle, welche die Haare umgiebt, noch die Einrichtung der Seitencanäle etwas ändern; erstere nicht, da sie ja, wie wir wissen, sehr biegsam und nachgiebig ist, der Druck des Wassers sich also leicht durch sie hindurch fortpflanzt. Die Seitencanäle aber lassen das Wasser, wenigstens in den meisten Fällen, frei durchströmen, welches demnach, in die eine Oeffnung hinein- und zur anderen hinausfliessend, auf die in das Lumen des Canales hineinragenden Haare drückend wirken muss; um so mehr, als die im Allgemeinen horizontale Lage dieser Canäle, welche meistens von vorne nach hinten ziehen, bei der weitaus häufigsten Bewegung des Fisches nach vorne begünstigend für das energische Durchströmen des Wassers sein muss.

Ferner werden alle durch das umgebende Wasser sich fortpflanzenden Stossbewegungen, welche nach Art des Schalles in Form von Kugelwellen mit Verdünnung und Verdichtung des Mediums nach allen Seiten sich ausbreiten, im Falle sie die Sinneshaare der Seitenorgane treffen, diese in Mitbewegung versetzen müssen. Doch wird man annehmen dürfen, dass in Bezug auf die Breite dieser Wellen und die Zeitdauer der Schwingungen nach den Schallwellen zu eine Grenze existirt, über welche hinaus die durch sie verursachten Haarschwingungen nicht mehr ausreichen, eine Nervenerregung und dadurch eine Sinnesempfindung hervorzurufen; um so mehr, als wir ja wissen, dass die Haare der Seitenorgane im Verhältniss zu den Hörhaaren bedeutend kürzer und derber als diese sind.

Wir gelangen demnach zu einer Auffassung von der Function

der Seitenorgane, nach welcher dieselben einen speciell für den Wasseraufenthalt eingerichteten Sinnesapparat darstellen, geeignet zur Wahrnehmung von Massenbewegungen des Wassers gegen den Fischkörper oder dieses gegen die umgebende Flüssigkeit, so wie von groben durch das Wasser fortgeleiteten Stosswellen mit längerer Schwingungsdauer, als sie den das Gehörorgan afficirenden Wellen zukommt.

Wie bei allen Sinnen so wird natürlich auch hier eine Perception quantitativer und qualitativer Differenzen der betreffenden Bewegungen anzunehmen sein. Wir hätten eben einen für den Wasseraufenhalt eigenthümlich modificirten Tastapparat vor uns, dessen Bedeutung für die Wasserbewohner wir sofort verstehen, wenn wir überlegen, welche Reihen von Vorstellungen durch einen solchen Wassersinn gewonnen werden können.

Zunächst wird das Thier bei jeder Lageveränderung, welche es selbst ausführt, also vor allen Dingen beim Schwimmen, über die Art und Grösse dieser Bewegung durch den auf die Haare der Seitenorgane ausgeübten und von diesen in Nervenerregung umgesetzten Druck des umgebenden, Widerstand leistenden Wassers genau unterrichtet; ebenso wird die Nähe eines festen Körpers oder der Wasseroberfläche, so wie die Wassertiefe, in der sich das Thier befindet, durch den zunehmenden Widerstand des Wassers bei allen Bewegungen erkannt werden. Ferner wird jegliches Vorbeifliessen von Wasser an dem ruhenden Thiere, so wie die Richtung desselben percipirt werden. Besonders wichtig aber muss es sein, wenn auch wellenförmig sich fortpflanzende, stossartige Bewegungen auf grössere Entfernung hin zur Wahrnehmung gelangen, wenn z. B. ein Fisch von den (stossartigen) Bewegungen eines anderen, von deren Richtung, quantitativen und qualitativen Eigenthümlichkeit Kunde erhält.

Der experimentell-physiologischen Forschung wird es anheimfallen, diese Auffassung, welche aus der Betrachtung der anatomischen Verhältnisse sich aufdrängt, weiter zu prüfen und zu ergänzen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IV, V u. VI.

Tafel IV.

Fig. 1. Seitenorgan am Schwanze einer 30 Mm. langen Scholle, Platessa vulg. 600malige Vergrösserung.
„ 2. Seitenorgan am Kopfe eines 12 Mm. langen Gobius minutus. 600malige Vergrösserung.
„ 3. Seitenorgan am Schwanze eines erwachsenen Gründlings. 300malige Vergrösserung.
„ 4. Seitenorgan am Kopfe eines 7 Mm. langen jungen Fischchens, wahrscheinlich Brachsen. 400malige Vergrösserung.
„ 5. Seitenorgan am Schwanze eines 5 Ctm. langen Plötz. 300malige Vergrösserung.
„ 6. Seitenorgan am Schwanze eines 10 Ctm. langen Plötz. 300malige Vergrösserung.
„ 7. Seitenorgan am Schwanze eines 34 Mm. langen Plötz. 300malige Vergrösserung.
„ 8. Entwickelung der Seitencanäle an der Schwanzflosse einer 25 Mm. langen Scholle. 300malige Vergrösserung.
„ 9. Bildung einer Seitencanaldecke an der Schwanzflosse einer 30 Mm. langen Scholle. 300malige Vergrösserung.

Tafel V.

Fig. 1. Ein 3 Ctm. langer Gobins minutus, bei 8maliger Vergrösserung in der Ansicht von oben gezeichnet. Die Seitenorganröhren sind nach einer 30fachen Vergrösserung hineingezeichnet.
„ 2. Der platt ausgebreitete Schwanz eines 4,5 Ctm. langen Gobius minutus. 30malige Vergrösserung.
„ 3. Von dem in Osmiumsäure (1 : 900) macerirten Nervenhügel eines Seitencanals vom Unterkiefer eines erwachsenen Kaulbarsches. Durch Zerzupfen isolirte Zellen. 400malige Vergrösserung.
„ 4. Gefaltete Grenzpartie von der Bindegewebsgrundlage eines eben solchen Nervenknopfs mit hervorstehenden Axencylindern; nach Maceration in verdünnter Müller'scher Lösung durch Abpinseln des Epithels erhalten. 400malige Vergrösserung.
„ 5. Durch Zerzupfen erhaltene Epithelpartie vom Nervenknopfe eines Unterkieferseitencanals des erwachsenen Kaulbarsches nach Maceration in Osmiumsäure (1 : 900). 400malige Vergrösserung.
„ 6. Aus der Bindegewebsgrundlage eines eben solchen Nervenknopfes hervorragende Axencylinder. Durch einstündige Maceration in Osmiumsäure von 1 : 1500 erhalten. 400malige Vergrösserung.

Fig. 7. Epithelpartie und isolirte birnförmige Epithelzelle von einem eben solchen Nervenknopfe nach Maceration in Osmiumsäure von 1 : 900. 400malige Vergrösserung.

Tafel VI.

Fig. 1. Seitenorgan am Kopfe einer 15 Mm. langen Larve von Triton taeniatus. 400malige Vergrösserung.

„ 2. Seitenorgane am Kopfe einer 16 Mm. langen Larve von Triton taeniatus. 400malige Vergrösserung.

„ 3. Seitenorgan am Schwanze einer Larve von Bombinator igneus. 300malige Vergrösserung.

„ 4, 5 u. 6. Seitenorgane am Schwanze einer 30 Mm. langen Larve von Rana tempor. 300malige Vergrösserung.

Ueber den Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren, Menschen und Vögeln.

Von

Johann Dogiel.

Hierzu Tafel VII.

Durch die Gegenwart zweier Muskeln in der Iris, derenFasern nach zwei Richtungen, nach einer ringförmigen (sphincter pupillae) und einer radialen (dilatator pupillae) gehen, kann der Mechanismus der Irisbewegung erklärt werden. Da sich diese beiden Muskeln unter der Wirkung verschiedener Nerven befinden, so ruft ihre Contraction eine Schwankung in der Grösse der Pupille hervor.

Viele Gelehrte haben sich mit der anatomischen Seite dieser Frage beschäftigt und einige kamen zu positiven, andere zu negativen Resultaten über die Existenz, den Ursprung und die Insertion des Musculus Dilatator Pupillae bei Menschen, Säugethieren und Vögeln.

Brücke sagt: »Der Erweiterer der Pupille, M. dilatator pupillae, entspringt an der inneren Fläche der glasartigen Lamelle der Hornhaut nahe dem Bande derselben seine Fasern lassen die grossen Gefässe und Nerven der Blendung zwischen sich durchtreten und verlaufen dann hinter denselben zum Pupillarrande, bis sie sich in dem Verengerer der Pupille verlieren. Bei ihrer Zusammenziehung erweitern sie die Papille.«

Kölliker, welcher den Dilatator Pupillae weisser Kaninchen untersucht und eine Abbildung davon gegeben hat, glaubt, dass dieser Muskel nahe am Ciliarrande und aus der Iris selbst seinen Anfang nimmt. Nach der Meinung desselben Gelehrten besteht der Dilatator aus engen Muskelbündeln, die eins vom andern geschie-

den zwischen den Blutgefässen hinlaufen und sich mehr nach der hinteren Fläche der Iris richten.

Wenn einerseits Brücke's, Kölliker's, Henle's, Merkel's und Hüttenbrenner's Untersuchungen die Gegenwart des Muculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen bestätigen, so konnten andererseits Mayer, Baumgärtner, Lister und Grünhagen sich nicht davon überzeugen.

Die grösste Anzahl der Forscher fand den Erweiterer der Pupille bei Vögeln entweder gar nicht, oder erkannte seine Existenz nur bei einigen Vogelgattungen an.

H. Müller, dessen Untersuchungen über den Musculus Dilatator Pupillae bei Vögeln als die besten betrachtet werden können, erklärt seine Gegenwart in der Vogeliris als allgemeine Regel. Er sagt: »Hiernach scheint es fast, dass die Anwesenheit eines quergestreiften Dilatators eine allgemeine Regel bei Vögeln ist.« Doch gelang es diesem Gelehrten nicht, die Richtung der Muskelfasern des Erweiteres der Pupille genau zu untersuchen und ihre Anfang- und Endstelle zu zeigen.

Muck fand nie die geringste Spur dieses Muskels in der Iris der Vögel; v. Wittich meint aber, dass die radialen Bündel der Iris, welche man beim Kaninchen und bei dem Seeadler findet und die als Muskelfasern des Dilatators angenommen werden könnten, nur grössere Nervenstämmchen sind. Weiter sagt dieser Gelehrte: »Ich glaube daher entschieden das Vorhandensein eines Dilatator Pupillae hier in Abrede stellen zu müssen.«

Grünhagen verneint vollständig die Gegenwart dieses Muskels im Auge der Säugethiere und des Menschen, konnte ihn aber auch nicht bei einigen Vögeln finden: »Wir haben, sagt er, einen quergestreiften Dilatator pupillae gesucht und gefunden in der Iris des Huhns, des kleinen Würgers, dagegen in der von Gänsen, Eulen, Schnepfen, Wachteln vermisst. Ueberall ist er indessen nur spärlich entwickelt.«

Endlich in neuerer Zeit fand And. v. Hüttenbrenner den Musculus Dilatator Pupillae bei Hühnern, Gänsen, Drosseln, Raben, beim Landadler, bei den Tauben, Schnepfen, Rebhühnern, Wildenten und Eulen.

Aus allem hier Gesagten kann man schliessen, dass die Existenz des Dilatators bei Vögeln denselben verschiedenen Voraussetzungen

unterworfen war, wie der gleichnamige Muskel der Säugethiere und des Menschen. Kölliker's, H. Müller's und Hüttenbrenner's Untersuchungen beweisen seine Gegenwart in der Iris der Vögel; aber Muck, v. Wittich, wie theils auch Grünhagen und andere, wollen die Meinung dieser Gelehrten nicht annehmen.

Einige Forscher, welche die Existenz des Musculus Dilatator Pupillae verleugnen, strebten selbst den Mechanismus der Irisbewegung durch die Verengerung oder die Erweiterung ihrer Blutgefässe zu erklären.

Ueber diese Frage sind viele Forscher wahrscheinlich darum in ihren Meinungen uneinig geworden, weil sie bei Untersuchungen über den Bau der Iris auf viele Schwierigkeiten stossen mussten. Solche Schwierigkeiten kann man überhaupt der Gegenwart des sich in den meisten Thieraugen befindlichen schwarzen Pigments, dem Bindegewebe, einer Menge Blutgefässe und anderen Elementen, aus welchen die Iris gebildet ist, zuschreiben.

Einige meinen sogar, dass, indem die glatten Muskelfasern des Dilatator Pupillae leicht mit solchen Fasern der Blutgefässe, oder sogar mit dem Epithelium der hinteren Fläche der Iris verwechselt werden können, dadurch die erwähnten Untersuchungen beim Menschen und bei den Säugethieren nur noch mehr verwickelt werden.

Um die Frage über die Existenz des Musculus Dilatator Pupillae zu lösen, ist es durchaus nothwendig, die Methoden, durch welche die so eben beschriebenen Schwierigkeiten entfernt werden können, zu berücksichtigen. Man hat sich bemüht, das Pigment der Iris entweder ganz zu entfernen, oder zu entfärben; man nahm auch zum Versuche solche Augen, wo die Iris kein Pigment enthielt, wie die Augen weisser Kaninchen, weisser Mäuse und blaue Menschenaugen. v. Wittich benutzte Chlor, um das Pigment der Iris zu entfärben; Merkel macerirte sie einige Tage in Oxalsäurelösung und entfernte vorsichtig das Pigment vermittelst eines Pinsels.

Um theils das Bindegewebe zu lösen, die Muskelfasern durchsichtig zu machen und sie zu isoliren, hat man zu verschiedenen Zeiten folgende Mittel angewendet: 1) Essigsäure (2—5%), 2) Salpetersäure (20%), 3) Aetzkali (32%), 4) Maceration in Jodserum und 5) Behandlung mit verdünnter Chromsäurelösung (0,01, 0,05%). In neuerer Zeit wurde als Tingirungsmittel Chlorpalladium und Pikrinsäure vorgeschlagen. Hüttenbrenner hat die doppelte Fär-

bung der Iris mit carminsaurem Ammoniak und Pikrinsäure in etwas modificirter Weise angewendet, indem er sie voraus mit Terpentinöl bearbeitete und die Pikrinsäure in absolutem Alkohol auflöste. Dieser Gelehrte glaubt, dass es genüge, eine Doppelfärbung mit Carmin und Pikrinsäure in Wasser gelöst, anzuwenden, um das Epithel der Iris von den Muskelfasern zu unterscheiden.

Ich habe meine Untersuchungen mit den Augen des Menschen (Erwachsener und Kinder), der Kälber, Hunde, Katzen, Schweine, Pferde, weisser Kaninchen und Mäuse angestellt; auch mit Vögeln: Eulen, Gabelgeiern, Dohlen, Hühnern, Enten, Truthühnern, Gänsen, Tauben, Lerchen und Zeisigen. Ich nahm gern Augen junger Thiere, bei welchen das Bindegewebe weniger dicht, als bei Erwachsenen ist; ausserdem halte ich für sehr zweckmässig Augen solcher Individuen wo die Iris gar kein Pigment enthält (weisse Kaninchen) oder auch solcher, wo dieses Pigment vermittelst eines Pinsels leicht entfernt werden kann (Kinder, Dohlen u. s. w.), zu gebrauchen.

Bevor ich meine Untersuchungsmethode zur Darstellung bringe, muss ich noch bemerken, dass, obwohl man sich über die Existenz der Muskelfasern, welche den Erweiterer der Pupille bilden, durch alle Verfahrungsmittel, die vorgeschlagen waren, um die glatten Muskelfasern allgemein zu entdecken, überzeugen kann, doch die Erfahrung mir gezeigt hat, dass sie alle zu unvollkommen sind und zum rechten Ziele nicht führen.

Nach den früheren Methoden war es beinahe unmöglich, genau zu beweisen, ob der Uebergang der glatten Muskelfasern des Sphincter Pupillae in der Dilatator (Kölliker's Krümmungen) wirklich aus diesen Fasern besteht, oder ob die durch diesen Weg hervorgerufene Schilderung zu den Blutgefässen, die hier auch Schlingen bilden, gehört.

Wenn Chlorpalladium und Pikrinsäure die glatten Muskelfasern färben, so färben sie zu gleicher Zeit, jede nach der Reihe, die Muskelfasern der Blutgefässe; ausserdem, obwohl der gewünschte Zweck mehr oder weniger erfolgreich erreicht werden kann durch schwache Auflösungen dieser beiden Mittel, die erhaltenen Abbildungen des Musculus Dilatator Pupillae kommen meistens nicht ganz deutlich heraus. Durch stärkere Färbung färben sich auch andere Elemente, die dem Bau der Iris angehören.

Obgleich die von Merkel vorgeschlagene Methode, das schwarze Pigment durch anhaltende Maceration in Oxalsäure zu entfernen,

einigen Nutzen bringt, so wird doch die auf diese Weise behandelte Iris sehr locker und dadurch für Durchschnitte untauglich.

Meine besten Präparate des Dilatator Pupillae des Menschen und der Säugethiere muss ich folgendem Verfahren zuschreiben.

Die zur Untersuchung ausgeschnittene Iris eines Säugethieres lege ich auf einige und sogar auf 12 Stunden in starke Essigsäure, oder auf einige Tage bis zu einer Woche in dieselbe, aber verdünnte Säure; dann nehme ich die Iris heraus, reinige sie vorsichtig mit einem Pinsel und zerspalte sie mit der Spitze eines Scalpell's, was bei gewisser Fertigkeit recht gut gelingt. Durch die Operation entfernt man von der vorderen Fläche der Iris das Bindegewebe und die vordere Schicht der Blutgefässe; von der hinteren aber theils das Bindegewebe, die Blutgefässe, das Pigment und andere Elemente, welche den Gang der glatten Muskelfasern des Dilatator in der Iris verdunkeln. Auf diese Weise gelingt es nicht selten, Bündel glatter Muskelfasern ganz geschieden von den übrigen Elementen der Iris als bedeutend grosse Lamellen zu bekommen, was mir am besten mit der Iris von Kälbern und Hunden gelungen ist.

Wenn man das Pigment von der hinteren Fläche der Iris entfernen will, muss man ausserordentlich vorsichtig verfahren, indem selbst die Schicht, wo sich der Dilatator befindet, leicht entfernt werden kann. Nachdem ich die über dem erwähnten Muskel liegende Schichte entfernt habe, färbe ich die übrig gebliebene Schicht der Iris mit Carminauflösung, wodurch die Kernbildungen der glatten Muskelfasern erst undeutlich erscheinen, allein recht deutlich hervorkommen, sobald das mit Carmin gefärbte Präparat noch einmal auf einige Stunden in verdünnte und mit Glycerin vermischte Essigsäure gelegt wird.

Anstatt die Iris mit Essigsäure aufzulockern und zu zerspalten, kann man sie vermittelst Chromsäure (0,01%), oder Goldchloridlösung (0,1%), oder Chlorpalladium dichter machen und auch in Schichten zerspalten.

Die glatten Muskelfasern mit ihren stäbchenförmigen, charakteristischen Kernen in der Iris der Säugethiere und des Menschen gelingt es leichter zu bemerken, sobald sie vorsichtig vermittelst eines Pinsels gereinigt, dann auf kürzere oder längere Zeit entweder in eine der Moleschott'schen Mischungen (Essigsäure oder Kali), oder in Chromsäure (0,01%), oder auch in Goldchloridlösung, gelegt werden; ich meinerseits aber habe viel besser Folgendes gebraucht.

Ich lege die Iris (weisser Kaninchen und auch anderer Thiere) auf einige Stunden in starke Essigsäure und färbe sie mit einer angesäuerten Mischung von Carmin und Glycerin, wonach die Färbung der glatten Muskelfaserkerne rasch vor sich geht. Dieses Verfahren hat den Vortheil vor den früheren, dass hier, ausser den Muskelfasern, noch die Blutgefässe mit ihren kleinsten Verzweigungen hervorkommen. Jetzt kann man die Blutgefässe von den glatten Muskelfasern leicht unterscheiden und die Kerne der Ersteren können nicht mit den Letzteren verwechselt werden; diese Methode kann gebraucht werden, um die Verhältnisse der Fasern des Dilatator zu den Blutgefässen und Nerven zu demonstriren, indem auch diese letzteren recht schnell durch dieses Mittel zum Vorschein kommen. Solche Präparate bewahre ich gewöhnlich in Glycerin auf.

An diesen eben von mir beschriebenen Präparaten bemerkt man, dass die Muskelbündel der glatten Muskelfasern des Erweiterers der Pupille, welche in verschiedenen Höhen von solchen Bündeln des Verengerers der Pupille abstammen, sich zwischen den Blutgefässen von vorne nach hinten hinziehen. Die Bündel des Dilatator verzweigen sich dabei auf ihrer Bahn und diese Verzweigungen verbinden sich an einigen Stellen mit anderen Muskelbündeln desselben Muskels und endigen am Ciliarring.

Obwohl die hier beschriebenen Bündel des Musculus Dilatator Pupillae ihren Anfang auf der Vorderfläche der Iris haben, gehen sie doch alle an die Hinterfläche derselben über und liegen fast unmittelbar unter der Schicht, welche die hintere Fläche des Pigments bedeckt.

Die Anordnung der glatten Muskelfasernkerne des Dilatator entspricht der Richtung der Muskelfasern; an der Uebergangsstelle in den Sphincter der Pupille gehen sie nach und nach in eine circuläre Richtung über. Diese Kerne kann man von denjenigen, welche sich in den Wänden der Iris-Blutgefässe befinden, sowohl nach ihrer Grösse, als nach ihrer Form und Menge, leicht unterscheiden.

Wenn wir durch Zerspaltung der Iris in Schichten von vorne her das Bindegewebe und die Blutgefässe, von hinten aber das Pigment und andere der Iris zugehörige Elemente entfernt haben, so können wir die einzelnen Bündel der glatten Muskelfasern als ziemlich breite Streifen des Dilatator Pupillae vollständig isoliren; wenn wir uns auf diese Thatsachen gründen wollen, so können wir mit Recht

die Existenz des Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen bestätigen.

Solche Isolirung der einzelnen Muskelbündel des Dilatator konnte ich am Besten in der Iris des Hundes und Kalbes erzeugen. Obwohl diese Bündel als sehr feine beim Menschen erscheinen, so sind ihr Gang und ihre Anordnung dieselben, wie in der Iris anderer Säugethiere. Ueber die Existenz des Dilatator Pupillae bei Kindern urtheile ich nach den glatten Muskelfaser-Kernen, deren Uebergang aus der circulären in die radiäre Richtung sich hier recht deutlich am Anfang des Dilatator ersehen lässt.

Um den Musculus Dilatator Pupillae zu demonstriren, kann man auch recht zweckmässig die Doppelfärbung, mit Durchschnitten verbunden, anwenden.

Jedenfalls muss, nach meiner Meinung, zu den besten, obwohl auch schwierigsten jene Methode gezählt werden, durch welche die Iris der Säugethiere mit Essigsäure behandelt, und das Bindegewebe, die Blutgefässe, das Pigment und das Epithelium vermittelst Zerspaltung in Schichten entfernt werden.

Die Schwierigkeiten, auf welche man bei Forschungen über den Musculus Dilatator Pupillae bei Säugethieren und bei Menschen stösst, stellt das Auffinden dieser Muskeln bei Vögeln nicht dar. Bei den Letzteren besteht er aus quergestreiften, primären Muskelbündeln, die unmöglich mit anderen Elementen, die dem Bau der Iris angehören, verwechselt werden können; ausserdem gelingt es oft, das Pigment, das Fett und theils auch die Blutgefässe beinahe vollständig zu entfernen. Wenn ich meine Beobachtungen mit solchen Vogelgattungen, wo die Iris gelbes Fett enthält (Hühner, Tauben u. s. w.), mache, so lege ich sie auf 24 Stunden in Schwefeläther und behandle sie mit verdünnter Essigsäure, um sie aufzulockern. Durch diese Operation kann man leicht den Sphincter Pupillae, welcher bei Vögeln die ganze Vorderfläche der Iris einnimmt, entfernen.

Der Sphincter und der Dilatator mit ihrer Anfang- und Endstellung, können an einem ganz frischen Präparate der Iris einer Dohle ohne die erwähnten Zubereitungen und ganz ohne Reagentien, nur mit Glycerin und schon bei Nr. 4 Hartnack's beobachtet werwerden, weil hier das auf der hinteren Fläche der Regenbogenhaut liegende Pigment sich leicht vermittelst eines Pinsels entfernen lässt.

Wenn man den Musculus Dilatator Pupillae einer Dohle oder

eines Huhns von der Oberfläche betrachtet, so erscheint er als abgesonderte Schicht, die aus quergestreiften, Muskelfasern oder Muskelbündeln, besteht, welche sich longitudinal vom Pupillarrande bis zum Ciliarrande der Iris hin richten. Diese primären, quergestreiften Muskelfasern theilen sich an verschiedenen Stellen; erscheinen aber als Schlingen oder Arcaden am Pupillarrande, und gehen hier in Muskelfasern des Sphincter Pupillae über; indessen am Ciliarrande verlieren sich diese Bündel im Bindegewebe des Ciliarrings, wo sich noch elastische Fasern einflechten.

Die Art und Weise, wie der Musculus Dilatator Pupillae am Ciliarrande befestigt ist, kann nicht von derjenigen Art, die man bei den übrigen quergestreiften in Sehnen übergehenden Muskeln bemerkt, unterschieden werden. Auch laufen aus der Verbindungsstelle der Hornhaut mit der Sclerotica gegen das äussere Ende der Iris viele elastische Fasern, nahe an der Insertion des Musculus Dilatator Pupillae.

Aus allem hier Gesagten ersieht man, dass auf der hinteren Fläche der Iris von Hühnern, Dohlen und einigen anderen Vögeln fast unmittelbar unter dem Pigment eine Schicht von radiären quergestreiften Bündeln oder Fasern liegt; ausserdem gehen Bündel des Sphincter nach und nach auf verschiedenen Höhen der Iris, aus queren in longitudinale Muskelfasern über und jetzt erst laufen sie bis zum Ciliarring. Diese eben beschriebenen Fasern ziehen schräg, von vorne nach hinten, indem sie die ganze Dicke der Iris durchstreifen.

Der Uebergang der circulären Muskelfasern der Vogeliris in radiäre, wie auch die Insertion des Musculus Dilatator Pupillae, kann man am Besten beobachten, wenn Durchschnitte in der Richtung der Muskelfasern des Dilatator gemacht werden; die Schlinge aber, welche die quergestreiften Muskelfasern des erwähnten Muskels am Pupillarrande bilden, kann man bequemer von der Oberfläche ersehen.

Schliesslich komme ich zu folgenden Resultaten: 1) Als bestes Mittel zur Darstellung der Muskeln der Iris überhaupt und vorzüglich des Musculus Dilatator Pupillae betrachte ich mein Verfahren der Behandlung der Iris mit Essigsäure, der Färbung mit Carmin und wieder der Bearbeitung durch Essigsäure und der Zerspaltung der Regenbogenhaut in Schichten.

2) Die Iris des Menschen und der Säugethiere, als: Pferde,

Kälber, Schweine, Hunde, Katzen, Kaninchen und Mäuse enthält zwei Muskeln: a) Sphincter Pupillae und b) Dilatator Pupillae.

3) Dieselben Muskeln befinden sich auch in der Iris der Vögel: Hühner, Tauben, Truthühner, Enten, Gänse, Geier, Eulen, Dohlen und Zeisige.

4) Der Sphincter ist mehr bei Vögeln, als bei Säugethieren und Menschen entwickelt und bedeckt bei den Ersteren die ganze Vorderfläche der Iris.

5) Bei einigen Vögeln unterscheide ich zwei Dilatatores Pupillae: der eine, in Form von parallelen, quergestreiften Muskelbündeln oder Muskelfasern, nimmt die ganze Oberfläche der Iris ein; der andere besteht auch aus solchen Muskelbündeln oder Fasern, die aus den Bündeln des Sphincter in seinen verschiedenen Höhen abstammen und schief von vorne nach hinten die ganze Dicke der Iris durchziehen.

6) Beide Muskeln in der Iris von Säugethieren, Menschen und auch Vögeln, haben viel Gemeinschaftliches mit einander, sowohl nach ihrem Ursprung, ihrer Insertion, wie auch nach der Richtung ihrer Muskelbündel; der Sphincter und Dilatator Pupillae bei Säugethieren und beim Menschen unterscheiden sich dadurch von denselben Muskeln der Vögel, dass sie bei den Ersteren aus glatten, bei den Letzteren aber aus primären, quergestreiften Muskelfasern bestehen. Die Iris einiger Vögel (Hühner, Tauben u. s. w.) enthält gelbes Fett, welches ganz gut in Schwefeläther gelöst wird.

7) Der Ciliarring muss als Befestigungsstelle des Musculus Dilatator Pupillae beim Menschen, bei Säugethieren und bei Vögeln betrachtet werden.

8) Nach meiner Vorgänger und meinen eigenen Beobachtungen scheint es mir gerechtfertigt, die Gegenwart der Muskeln der Pupille (Sphincter und Dilatator) bei Menschen, Säugethieren und Vögeln als allgemeine Regel anzunehmen.

Wenn man die Gegenwart des Dilatator und Sphincter Pupillae in der Menschen-, Säugethiere- und Vogeliris anatomisch beweisen kann, so hat man gewiss auch keinen Grund, den Antheil zu bezweifeln, welchen diese beiden Muskeln im Bewegungsmechanismus der Iris haben. Es ist eine Thatsache, dass wir eine Verengerung oder eine Erweiterung der Pupille bekommen, sobald wir diesen oder

jenen Muskel der Regenbogenhaut der Säugethiere und Vögel zur Contraction zwingen. Ausführliche Angaben über diese Frage und die von mir erhaltenen Resultate über die Nerven, welche in diesem Muskel endigen, beabsichtige ich in einer besonderen Abhandlung mitzutheilen.

Literatur des Musculus Dilatator Pupillae bei Menschen, Säugethieren und Vögeln.

Brücke, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847. S. 17, 18 u. 19.

Budge, Bewegung der Iris. 1854. S. 91.

Grünhagen, Archiv für pathologische Anatomie. Bd. XXX. 1864.

Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. S. 632.

von Hüttenbrenner, Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. I. Abth. März-Heft, Jahrg. 1868.

Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen, 5. Aufl. 1867. S. 665 u. 667.

Krohn, in Müller's Archiv 1837, über Structur der Iris der Vögel u. s. w.

Lister, Journal of microscopical science, Nr. 4. 1852.

Merkel, Zeitschrift für rationelle Medicin XXXI. 1867.

Merkel, Zeitschrift für rationelle Medicin XXXIV. I. Heft.

Maunoir, Mémoires sur l'organisation de l'iris etc. Paris 1812.

H. Müller, Archiv für Ophthalmologie. Bd. III. Berlin 1857. S. 25—53. I. Abth.

Schwann in Joh. Müller's Handbuch der Physiologie.

Valentin's Repertorium. Bd. II. S. 247 u. 248.

von Wittich, Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. S. 124. (Vergleichend histologische Mittheilungen.)

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VII.

Fig. 1. a. Muskelbündel des Dilatator und b. Sphincter Pupillae der Iris eines weissen Kaninchens, mit Essigsäure aufgelockert und in Schichten zerspalten. System 4 und Camera lucida von Hartnack.

„ 2. Muskelbündel des Dilatator und Sphincter der Iris eines Hundes, auf dieselbe Weise, wie oben erwähnt war, behandelt. System 7 und Ocular 2 Hartnack.

„ 3. Dieselben Muskelbündel eines Kalbes und auf dieselbe Weise bearbeitet. System 5 und Ocular 2 Hartnack.

„ 4. Muskelbündel des Dilatator eines Kalbes, auf dieselbe Weise bearbeitet. Immersions-Linse und Ocular 2 Hartnack.

„ 5. Quergestreifte Muskelfasern des Dilatator einer Dohle.
  a. Schlinge des Dilatator am Pupillarrande.

„ 6. Eine Schlinge des Dilatator am Pupillarrande der Dohle. Immersions-Linse und Ocular 2 Hartnack.

„ 7. Querschnitt der Iris eines Huhnes.
  a. Erste Gattung des Dilatator Pupillae.
  b. Zweite Gattung derselben Muskelfasern des Dilatator. System 4 und Camera lucida Hartnack.
  c. Querdurchgeschnittene Muskelbündel des Sphincter.

„ 8. Querschnitt der Iris beim Huhne.
  a. Insertion des Musculus Dilatator Pupillae.
  b. Des Sphincter Pupillae.
  c. Elastische Fasern.
  d. Musculus ciliaris.

Einige Bemerkungen über die Nerven der Speicheldrüsen.

Von

Dr. Sigmund Mayer

Privatdocent in Wien.

Durch die ausgezeichneten Untersuchungen Ludwig's und seiner Nachfolger ist bekanntlich der Einfluss des Nervensystems auf die Secretionsvorgänge in den Speicheldrüsen festgestellt worden. Seit diesen wichtigen Ermittelungen erschien es als eine dringende Aufgabe, nachzuforschen, inwieweit sich aus den gegebenen anatomischen Anordnungen ein Einblick gewinnen liesse, sowohl in die Mechanik der Speichelsecretion, als auch in die Art und Weise, in welcher das Nervensystem diesen Vorgang beeinflusst. Wesentlich von physiologischen Gesichtspunkten ausgehend haben nun auch in der jüngsten Zeit Gianuzzi, Pflüger, Heidenhain u. A. die Structur der Speicheldrüsen auf's Neue untersucht. Insbesondere hat Pflüger in einer Reihe von Publicationen [1]) die Beziehungen des Nervensystems zu den secretorischen Elementen der Speicheldrüsen ins Auge gefasst, und es rühren von diesem Forscher eine Reihe von Angaben her, welche allenthalben Aufsehen zu erregen nicht vefehlten. Ganz in der jüngsten Zeit hat nun Pflüger seine Anfangs nur auf die Mundspeicheldrüsen sich beziehenden Angaben auch auf die Bauchspeicheldrüse [2]) und die Leber [3]) übertragen und aus seinen Untersuchungen einen histologischen Satz von grosser Allgemeinheit abgeleitet.

---

1) Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866. Dieses Archiv V. Bd. S. 197. Stricker's Handbuch u. s. w. S. 307 ff.

2) Dieses Archiv V. Bd. S. 199.

3) Pflüger's Archiv II. Bd. S. 190.

Im Herbste 1866 wurde ich im Laboratorium des Herrn Professor Brücke, in dem ich zu jener Zeit arbeitete, zuerst auf die Arbeiten Pflüger's aufmerksam, gemacht, grade als ich, noch unbekannt mit der Publication dieses Forschers, den Wunsch aussprach, dasselbe Thema zu bearbeiten. Das hohe Interesse, welches mich an den Gegenstand fesselte, bewog mich schon zu jener Zeit, mich durch eine sorgfältige Nachuntersuchung von der Richtigkeit der Pflüger'schen Aussagen zu überzeugen. Trotz der grössten Opfer an Zeit und Mühe konnte ich damals zu positiven Aufschlüssen über den Modus der Nervenendigungen nicht gelangen; da die rein negativen Resultate mich nicht befriedigten, so habe ich den Gegenstand seiner Zeit verlassen, ohne darüber etwas in die Oeffentlichkeit gelangen zu lassen.

Angeregt durch Pflüger's neueste Publicationen, in denen er seine früheren Ansichten (wenn auch mit Modificationen, auf die wir später zurückkommen werden) aufrecht erhält, habe ich mich aufs neue mit den Nerven der Speicheldrüsen beschäftigt.

Es ist von vorn herein wahrscheinlich, dass ich vollständig neue Beobachtungen kaum zu verzeichnen haben werde bei der Bearbeitung eines Gegenstandes, den in der jüngsten Zeit so treffliche Forscher, wie Pflüger, Heidenhain u. A. unter ihren Händen gehabt. — Aber ich halte es unter allen Umständen erspriesslich für unseren Fortschritt in der Erkenntniss, wenn ein schwieriges Thema, wie es anerkanntermassen die Untersuchung der Nervenendigungen in den Drüsen ist, von vielen Seiten bearbeitet wird und in der Forschungsmethode verschiedene Individualitäten ein und denselben Gegenstand discutiren. Es ist auch klar, dass ich in meinen Ausführungen vielfach polemisch werde auftreten müssen, wobei natürlich die Sache selbst, und nur diese in Betracht kommen kann.

Indem wir zum Gegenstande selbst übergehen, beginnen wir füglich mit einer näheren Betrachtung der Angaben Pflüger's. Die Resultate, welche derselbe in seiner Schrift »Endigungen der Absonderungsnerven u. s. w.« aufstellt, sind im Wesentlichen folgende. Die Nerven sollen markhaltig die Membrana propria der Alveolen durchbohren. Im Innern der Alveolen sollen sie markhaltig zwischen den Epithelzellen verlaufen, um ihr Ende markhaltig in dem Kerne der Epithelzelle zu finden. Ich will die diess bezüglichen Stellen wörtlich hieher setzen. Es heisst l. c. S. 17: »Es bleibt uns jetzt übrig, den Nervenfasern in das Innere der Alveolen zu folgen. Dieselben dringen zwischen

die Epithelzellen;« S. 18: »Mit Hülfe meiner neuen Macerationsmethode habe ich an isolirten Epithelgruppen, welche aus der Membrana propria ausgeschält waren, die Existenz echter markhaltiger Nerven, welche zwischen den Epithelzellen verlaufen, auf das Unzweifelhafteste feststellen können.« Weiterhin auf derselben und folgenden Seite die Sätze: »Es ist nun leicht, sich zu überzeugen, wie aus zahlreichen Präparaten hervorgeht, dass diese Fasern die Zellwand des Epithels durchbohren, um in dem Kern ihr Ende zu finden. Ich glaube sogar mehrmals die Fortsetzung einer varicösen markhaltigen Nervenfaser an durchsichtigen Präparaten durch die Membrana propria nach dem Kerne einer Speichelzelle direkt beobachtet zu haben. Das Merkwürdigste von alledem ist aber, dass aus diesen Fortsätzen der Kerne, wenn man nach der von mir angegebenen Methode die Theile fast frisch untersucht, das Ausfliessen von Nervenmark constatirt werden kann, so dass demnach die Faser bis zu ihrer letzten Endigung markhaltig bleibt.« An derselben Stelle wollen wir auch noch den Satz herausheben: »— Hierfür spricht ferner doch immerhin, dass nach meinen Untersuchungen die Fortsätze und Zellenkerne zu denjenigen Theilen der Drüse gehören, welche sich durch Ueberosmiumsäure am stärksten und schnellsten schwärzen.«

In Pflüger's zweiter und dritter Abhandlung (dieses Archiv und Stricker's Handbuch l. c.) wird des Zusammenhangs markhaltiger Nervenfasern mit dem Kerne der Speichelzellen nicht mehr erwähnt. Es soll vielmehr der markhaltige Nerv »dem weichen Protoplasma der Zelle wie angeklebt sein«, an der Insertionsstelle aber sollen unendlich feine Fibrillen, aus den Nerven hervorgehend, sich direkt in Fibrillen des Protoplasma ohne bestimmte Grenzen fortsetzen.

Wie man sieht und sich noch leichter aus einer Vergleichung der Abbildungen überzeugt, decken sich die angeführten Aufstellungen nicht vollständig. Am meisten auffallend dürfte an denselben in ihren beiden Formen die sein, dass die Nervenfaser bis zu ihrem definitiven Ende in der Secretionszelle ihr Mark beibehalten soll. Es gilt, so weit ich sehe, bei der Verbreitung der Hirn- und Rückenmarksnerven als Regel, dass sie, sobald sie sich dem Ziele ihrer Bestimmung an der Peripherie nähern, ihre Markhülle ablegen, und dass sie nur durch feine, marklose Fäden mit anderartigen Gewebselementen in Continuität treten. Es liegen ja in diesem Verhalten die Schwierigkeiten begründet, welche sich bei allen Untersuchun-

gen über Nervenendigungen in oft unüberwindbarer Weise aufthürmen. Die Schuld tragen aber an diesen Schwierigkeiten ebensowohl die Feinheit der terminalen Fäserchen, als auch der Verlust eines äusserst charakteristischen Merkmales, wie es in den Formen des veränderten Nervenmarkes gegeben ist. Ueber alle diese, eine Sicherheitsdiagnose erschwerenden Umstände aber wären wir hinaus, wenn in den Speicheldrüsen die Nerven nicht mit marklosen Fäden endigten, sondern in relativ mächtigen, markhaltigen Fasern. Und doch haben alle früheren Forscher die Schwierigkeiten der Erforschung der Nervenenden in den Drüsen hervorgehoben und auch Pflüger nicht umhin gekonnt, dasselbe zu thun!

Wenn wir eben auf das Unwahrscheinliche hingewiesen, dass die Nerven in den Speicheldrüsen bis zu ihrem definitiven Ende in den Secretionszellen ihr Mark beibehalten sollen, entgegen dem gewöhnlichen Verhalten der Nerven, so beabsichtigen wir nicht, mit dieser Ausführung irgend etwas zu begründen. Niemand wird dem Schlusse nach Analogie in engen Grenzen seine Berechtigung absprechen können. Bei dem raschen Wechsel der Ansichten aber in der Histologie und der Schwierigkeit, leicht zu einer Uebereinstimmung in denselben zu gelangen, darf grade in histologicis von dieser Schlussform nur der bescheidenste Gebrauch gemacht werden. Als Pflüger [1]) zu dem Schlusse gelangt war, dass die Speichelnerven markhaltig bis zum Kerne der Secretionszelle vordrängen, schwebte ihm die Analogie zwischen diesem Modus der Endigung und dem Ausstrahlen des Axencylinders von dem Kerne der Nervenzelle vor, und es schien diese Analogie schwer in die Wagschaale für die Richtigkeit seiner Beobachtungen zu fallen. Wir wollen nicht darüber rechten, in wie weit es zulässig ist, die Verbindung einer Faser mit einer Zelle, welche, einem anatomisch und functionell gleichartigen einheitlichen Systeme angehören, in Analogie zu setzen mit der Verbindung einer Faser mit einer Zelle von durchaus anderer functioneller Bedeutung. Jedenfalls aber sind die Ansichten der Histologen über die Art und Weise der Verbindung der Nervenfaser mit der Ganglienzelle noch so wenig übereinstimmend, dass man schwerlich die Verbindung des Axencylinders mit dem Kern der Nervenzelle zu den am besten bewiesenen Thatsachen rechnen und als solche in der Discussion verwerthen kann. Hat

1) Absonderungsnerven S. 19.

doch erst jüngsthin Max Schultze [1]), einer der trefflichsten Kenner der Structurverhältnisse des Nervensystems gradezu behauptet, dass der Zusammenhang des Axencylinders mit dem Kerne der Ganglienzelle nicht erwiesen sei.

Zu dem Berichte über die Resultate meiner Beobachtungen übergehend, will ich bemerken, dass ich, ausser der Gland. submaxillaris vom Kaninchen, an der ich die meisten Versuche anstellte, in den Bereich meiner Untersuchung noch gezogen habe die Speicheldrüsen des Meerschweinchens, der Katze, des Hundes, des Kalbes, des Ochsen, des Igels, der Ratte, die Drüsen des neugeborenen und erwachsenen Menschen. Keine der gebräuchlichen Methoden dürfte von mir ausser Acht gelassen worden sein und vielfach habe ich neue Combinationen verwendet, die sich zu einzelnen Zwecken brauchbar erwiesen.

So habe ich die frisch herausgenommene Drüse in einer Kältemischung gefrieren lassen und feine Schnitte davon gemacht, die ich dann mit Chlorgold, Osmiumsäure u. s. w. behandelte. Maceration in verschiedenen Flüssigkeiten, unter denen mir besonders die Müller'sche Flüssigkeit sehr gute Dienste geleistet hat, Härtung der Drüse und Tinction der davon entnommenen Schnitte, Injection von der Arterie aus, — alle diese Methoden wurden in Requisition gezogen, um etwas über unseren Gegenstand zu erfahren. Da es sich vielfach darum handelte, die Angaben Pflüger's zu prüfen, so mussten selbstverständlich alle von diesem Forscher angegebenen Methoden in Anwendung gebracht werden, unter Beachtung aller urgirten Cautelen. Die Leistungen der einzelnen Methoden werde ich am geeigneten Orte noch besonders hervorheben. Die Hauptarbeit aber bei der Untersuchung der Drüsennerven bleibt vorzugsweise der Präparirnadel vorbehalten; ich bin vielfach so vorgegangen, dass ich der frischen oder macerirten Drüse entnommene Schnitte noch möglichst mit Nadeln zerklüftete.

An derart hergestellten Präparaten, und ich habe deren eine ausserordentlich grosse Anzahl untersucht, sieht man nun, wenn man sorgfältig nach Pflüger's Methoden verfährt, überhaupt nur sehr spärlich notorische Nerven; hie und da sieht man dieselben nahe an die Drüsenalveolen sich erstrecken, aber ohne dass man aus diesem Verhalten irgend einen Anhaltspunkt schöpfen könnte,

---

1) Stricker's Handbuch S. 135.

dass es sich um eine Nervenendigung handele. Diese Nerven gehören, besonders in der Gland. submaxillaris des Kaninchens, gewöhnlich zur Gattung der marklosen Fasern; sie sind blass, umhüllt von einer feinen, hie und da einen Kern zeigenden Scheide, bei stärkerer Vergrösserung deutlich fibrillären Bau zeigend. Man beobachtet sie zuweilen in Verbindung mit Ganglien, auch sind hie und da in ihren Verlauf einzelne Nervenzellen eingeschaltet. Derartige Nerven hat auch Boll [1]) in der Thränendrüse beobachtet und beschrieben. Doch kann ich einigen Verdacht nicht unterdrükken, es möchten die von Boll beschriebenen Fasern keine Nerven gewesen sein. Es spricht hierfür das von Boll betonte Heraustreten eines Inhaltes in Gestalt dunkler trüber Ballen und dann weiterhin das Fehlen jeder weiteren Differenzirung. Da Boll [2]) diese Faser (wohl besser Stämmchen) als eine Remak'sche bezeichnet, so kann er den ausgetretenen Inhalt wohl füglich nicht als Nervenmark aufgefasst haben. Es bleibt weiterhin die Annahme, dass dieser ausgetretene Inhalt zertrümmerte Nervenmasse gewesen sei; diese Annahme ist sehr unwahrscheinlich und lässt sich durch ähnliche Beobachtungen an Remak'schen Fasern nicht leicht stützen.

Die grösste Aehnlichkeit mit den Boll'schen Abbildungen und mit Bildern, wie sie auf Taf. I seiner »Endigungen der Absonderungsnerven« Pflüger giebt, besitzen aber die feineren Gefässe und die Capillaren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass weitaus die Mehrzahl der Bänder und breiten Fasern, welche man, besonders an Zupfpräparaten, sich in die Nähe der Alveolen begeben sieht, dem Gefässsysteme angehören. Wenn man Zupfpräparate anfertigt nach der Pflüger'schen Methode (Behandlung der Drüse mit sehr kleinen Quantitäten sehr verdünnter Chromsäure) oder von Drüsen, die, in kleine Stücke zertheilt, nur kurze Zeit in chromsaurem Kali oder in Müller'scher Flüssigkeit verweilten, so sieht man, an mehr oder weniger isolirte Alveolen, immer feine Gefässe hinlaufen. Sehr oft theilen letztere sich nahe dem Alveolus, und es umgreifen dann die beiden Theilungsäste das Drüsenbläschen. Ungemein variabel ist der Zustand dieser Gefässe bezüglich ihrer Anfüllung mit Blutkörperchen und des Grades der Veränderung der letzteren. Zuweilen (besonders in den Drüsen neugeborener Kinder) sind sie ganz mit Blutkörperchen erfüllt und stellen eine sehr zier-

1) Dieses Archiv IV. Bd. S. 146.

2) L. c. p. 153 Erklärung der Abbildungen.

liche Injection dar. In anderen Fällen sind sie ganz leer, und das sind diejenigen, in denen die Diagnose mit Schwierigkeiten verknüpft ist. Sie wird aber oft dadurch erleichtert, dass in der nächsten Nähe eines solchen leeren capillaren oder fast capillaren Gefässes ein anderes ihm sonst ganz gleiches liegt, welches an einer oder mehreren Stellen Blutkörperchen enthält. Oft sind die Blutkörperchen an einem Ende oder durch einen Riss an der Seite ausgetreten und man sieht dann gar nicht selten an diesen Stellen Formationen mit dunklen doppelten Contouren und einem eigenthümlichen Glanze, — nicht ohne alle Aehnlichkeit mit ausgetretenem Nervenmark. Auch innerhalb der Gefässröhrchen können eine Reihe von Blutkörperchen die beschriebene Gestalt annehmen und Nervenmark entfernt vortäuschen. Es zeigen diese als Gefässe erkannten Bänder auch bisweilen in ihrem Verlaufe Veränderungen in ihrer Dicke, so dass eigenthümliche Varicositäten entstehen, die ich selbst an mit Berlinerblau injicirten Drüsen noch habe persistiren gesehen. Oefters theilt sich ein Gefäss in zwei Zweige, welche sich der Convexität eines noch von der Membrana propria überzogenen Alveolus eng anschliessen; es entstehen dann Bilder, wie sie Pflüger[1]) beschreibt: »als feinkörnige helle Masse unter der Einmündungsstelle des Alveolus, in der zwei blasse Kerne zu liegen scheinen« und in dem Satze: »wiederum erkennen wir eine feinkörnige Schicht an der Einmündungsstelle des Nerven, welcher sich scheinbar in diese erweitert.« In den schon öfters angezogenen späteren Publicationen Pflüger's findet sich keine Erwähnung mehr dieses Verhaltens, so dass es zweifelhaft bleibt, wie weit Pflüger die Deutung dieses Befundes aufrecht erhält.

Man sieht auch zuweilen am abgerissenen Ende eines solchen Gefässes ein feines Fädchen flottiren, welches wohl von der abgerissenen oder angerissenen Adventitia herrührt und nicht weiter zu verfolgen ist. Ueber anderartige feine Fädchen, welche an den Gefässen vorkommen, wollen wir an einem späteren Orte handeln.

Indem ich das Verhalten der Gefässe und einige Beziehungen derselben zu den Alveolen kurz hier abgehandelt, anschliessend an Beschreibungen und Abbildungen, welche Pflüger und Boll geliefert haben, konnte ich nicht umhin zu bemerken, dass, nach meinen Beobachtungen, hier Bilder gewonnen werden können, die eine Quelle zur Verwechslung mit markhaltigen Nerven liefern

1) Endigungen der Absonderungsnerven S. 13 ff.

können. Ich muss mich aber ausdrücklich dagegen verwahren, als imputire ich Pflüger oder Boll, sie hätten Gefässe mit Nerven verwechselt. Es würde schwer, ja unmöglich sein, für eine solche Behauptung den vollen Beweis zu erbringen. Ich wollte nur aussprechen, dass ich neben grösstentheils marklosen Nerven nur Gefässe an die Alveolen habe hintreten sehen, dass mir eine Durchbohrung des Alveolus durch markhaltige Fasern nie zur Beobachtung gekommen ist, und dass ich, der Natur der Bilder nach, es nicht für unmöglich halte, in deren Beurtheilung einer Täuschung anheimzufallen. Ich erachte einen Hinweis auf diesen Punkt für um so nothwendiger, als in den Abhandlungen von Pflüger und Boll einer derartigen Quelle von Täuschungen auch nicht mit einem Worte gedacht ist. Darüber aber, ob die Aussagen von Pflüger und Boll aus dieser Quelle stammen oder nicht, müssen weitere Untersuchungen endgültig entscheiden.

Ich will an dieser Stelle gleich einer weiteren Beobachtung Erwähnung thun, welche mir ebenfalls dagegen zu sprechen scheint, dass, wenigstens in der Kaninchendrüse, die Nerven markhaltig in irgend einer Weise in der Drüsensubstanz endigen. An die Spitze der nun folgenden Erörterungen aber darf ich wohl als einen in der Histologie unbestrittenen Satz den stellen, dass Nerven, welche, als Stämmchen, marklos bereits eine grössere Strecke verlaufen sind, niemals nahe ihrem definitiven Ende im peripheren Organe sich noch wieder mit einer Markhülle umgeben. Ich habe vielmehr bereits an einer früheren Stelle Veranlassung genommen, auf das gegentheilige Verhalten hinzuweisen.

Es gelingt nun auf folgende Weise sehr leicht, die gröberen Nervenstämmchen, die im Innern der Drüse des Kaninchens im interalveolären Gewebe verlaufen, zur Anschauung zu bringen. Schneidet man von der frischen oder in chromsaurem Kali oder Müller'scher Flüssigkeit etwas macerirten Drüse ein kleines Stück ab und versucht dasselbe mit Nadeln zu zerzupfen, so sieht man die einzelnen Agglomerate von Drüsensubstanz, unter Ziehung feiner leicht zerreisslicher Fädchen (Bindegewebe) auseinanderweichen. Bei jeder derartigen Präparation aber stösst man auf Stellen, an denen der Zusammenhang zwischen der Drüsensubstanz durch dickere und der zerzupfenden Nadel einen deutlich bemerkbaren grösseren Widerstand bietende Strängchen hergestellt ist. Trennt man einen solchen dickeren Faden durch Streichen mit der Nadel

ab, entfernt möglichst noch die daran hängende Drüsensubstanz und zerzupft denselben noch etwas, so findet man in einem derart dargestellten Präparate ganz gewöhnlich Arterienstämmchen, grössere mit Cylinderepithel versehene Ausführungsgänge, reichlich Nervenstämmchen, an denen die von Krause entdeckten Ganglien selten fehlen und eine Anzahl zurückgebliebener Drüsenalveolen. Die so sich präsentirenden Nerven aber stellen ganz gewöhnlich sich aus marklosen Fasern bestehend dar; zuweilen ist eine markhaltige Faser eingestreut, wie diess ja bekanntlich öfters an marklosen Nerven vorkommt.

Ich glaube nicht, dass es eine rascher zum Ziele führende Methode giebt, als die eben beschriebene, um sich die innerhalb der Drüse verlaufenden Nerven sammt den überaus reichlich vorkommenden Krause'schen Ganglien zu Gesichte zu bringen; ich glaube auch dieses Terrain mit Vortheil empfehlen zu dürfen zum Studium der Beziehungen zwischen Nervenfasern und Zellen peripherischer Ganglien. Ich hoffte an den auf diesen Gegenstand sich beziehenden Präparaten irgend etwas zu erfahren, über eine allenfallsige Beziehung zwischen den Krause'schen Ganglien, den damit in Zusammenhang stehenden Nerven und der Drüsensubstanz; diese Hoffnungen aber haben sich leider nicht erfüllt.

Wir können diesen ersten Theil unserer Betrachtungen, gewidmet den Beziehungen der Nerven zu den Drüsenalveolen (ohne Rücksicht auf ihr weiteres Geschick innerhalb derselben) nicht verlassen, ohne noch mit ein paar Worten der Aufstellungen und Abbildungen zu gedenken, welche Pflüger jüngsthin (dieses Archiv und Stricker's Handbuch l. c.) gegeben hat. Es stützen sich letztere auf Präparate, welche mit Hülfe der Osmiumsäure gewonnen sind. Ich weiss keinen Grund dafür anzugeben, warum ich Bilder, wie sie Pflüger abbildet, niemals an Osmiumsäurepräparaten gesehen habe.

Die Bildungen, welche mit Osmiumsäure schwarz gefärbt, als markhaltige Nerven mit der Drüsensubstanz in Verbindung treten sollen, sind ausserordentlich mächtig. Solche colossale Nerven dürfte, bei dem charakteristischen Aussehen markhaltiger Fasern, selbst ohne Behandlung mit Osmiumsäure, schwer sein, zu übersehen. Und wenn gar, wie es Pflüger's aprioristische Ausführungen verlangen, an jede Speichelzelle eine so colossale markhaltige Faser »angeklebt« ist, wie kommt es, dass man an unzähligen Präparaten hievon nichts sieht? Zugegeben selbst, dass die

Verbindung eine so zarte ist, dass sie sehr leicht zerstört wird, so wäre es doch höchst sonderbar, dass sich diese Zerstörung auf die Mehrzahl der in einem Präparate befindlichen Zellen erstreckt hat, ohne die geringste, der Beobachtung zugängliche Spur eines solchen Zertrümmerungsprocesses zurückzulassen. Selbst wenn der Modus des Zusammenhanges der Nervenfaser mit der Secretionszelle ein derartiger wäre, dass er ausserordentlich leicht gelöst werden könnte, so müsste doch in einem solchen Falle ein Drüsenpräparat von isolirten, markhaltigen Fasern gleichsam wimmeln; derart, dass markhaltige Fasern in so reicher Anzahl, wie Drüsenzellen, sich im Gesichtsfelde präsentirten. Von einer derartigen Beobachtung aber haben weder frühere Forscher über diesen Gegenstand berichtet, noch war ich selbst in der Lage, sie zu machen.

Die Frage, wie sich die Nerven nach ihrem Eintritt in den Alveolus verhalten, hat Pflüger in seiner ersten grösseren Schrift dahin beantwortet, dass sie markhaltig zwischen den Epithelzellen vordringen, um im Kerne der Zelle zu enden. Die glänzenden Striche, welche man zwischen den Zellen des Drüsenalveolus sieht, sollen nach Pflüger's neuesten Mittheilungen[1]), die sich auf Injectionspräparate stützen, wesentlich und hauptsächlich durch ein System äusserst feiner Secretionsröhrchen bedingt sein. Ich habe über diesen Gegenstand, über welchen sich in jüngster Zeit auch Langerhans[2]) und Boll[3]) ausgesprochen haben, keine weiteren Erfahrungen gesammelt. Ich will nur bemerken, dass ich aus meinen Beobachtungen nicht den geringsten Anhaltspunkt gewonnen habe zu der Annahme, dass die erwähnten glänzenden Striche zwischen den Drüsenzellen zu den Nerven in irgend einer Beziehung stehen. Aus dem, was ich oben über die neuesten Aussagen Pflüger's über diesen Punkt erwähnt, lässt sich nicht entnehmen, inwieweit dieser Forscher noch einsteht für seine in der ersten Schrift niedergelegten Ansichten[4]). Ebenso scheint Boll[5]), der ebenfalls in einer früheren Mittheilung die nervöse Natur der er-

---

1) Dieses Archiv V. Bd. S. 203.

2) Inauguraldissertation, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Berlin 1869.

3) Dieses Archiv V. Bd. S. 334.

4) Vergl. insbesondere Absonderungsnerven etc. Taf. II, Fig. 2—8 und die Erläuterung derselben.

5) Dieses Archiv Bd. IV. l. c. (Thränendrüse) und V. Bd. l. c.

wähnten glänzenden Striche vertrat, über diesen Punkt anderer Meinung geworden zu sein.

Während Pflüger jetzt, wie bereits oben erörtert, die markhaltige Faser direct dem Protoplasma der Secretionszellen angeklebt sein lässt, war er früher der Meinung, die Endigung der Nerven in den Speichelzellen gehe vorzugsweise vor sich unter Vermittlung von Fortsätzen der Zelle und des Zellkernes. Die Existenz eines Zellkernfortsatzes beim Kaninchen hält Pflüger[1]) gegen Heidenhain aufrecht, ohne aber wieder auf die Bedeutung desselben als nervös zurückzukommen. Ich habe mich nun ebenfalls mit Pflüger von der Existenz dieses Kernfortsatzes überzeugt, welcher als feines, grösstentheils feinkörniges Fädchen vom Kerne ausstrahlt. An Kernen, die in Folge der Maceration aus ihren Zellen ausgefallen sind, bemerkt man ebenfalls häufig diesen Fortsatz. Auch habe ich mich von der Richtigkeit der Behauptung Pflüger's[2]), überzeugt, dass die Kerne der Speichelzellen zuweilen durch Fädchen von den beschriebenen Eigenschaften »in Communication gesetzt sind.« Vielfach lässt sich auch beobachten, dass diese feinen Fädchen nicht im Zellkerne endigen, sondern nur denselben durchsetzen, um sich in nicht weiter zu verfolgender Weise zu verlieren. Mit Reich[3]) kann ich die Vermuthung nicht unterdrücken, es möchten diese mit dem Zellkerne zusammenhängenden Fädchen nervöser Natur sein; aber keine markhaltige Fasern mehr, wie Pflüger meint, sondern bereits marklose von feinem Kaliber. Ich habe nämlich weiterhin, besonders an Chlorgoldpräparaten, gesehen, wie feine, etwas granulirte Fädchen an die Drüsensubstanz hinzogen und zuweilen habe ich auch solche Fädchen deutlich in das Zellprotoplasma, bis an den Kern hintretend, verfolgt. Hier endigte entweder das Fädchen oder es zog nur durch, entsprechend dem Verhalten, wie ich es oben von den Kernfortsätzen geschildert habe. Die solchergestalt an den Zellkern tretenden Fäserchen schliessen sich gewöhnlich in ihrem Verlaufe den capillaren oder fast capillaren Gefässen an; sie ziehen an oder auf denselben einher, biegen zuweilen von denselben ab, um wieder zu ihnen zurückzukehren, und verfolgen, am Alveolus angekommen, ihren eigenen Weg. Es ist, so weit ich sehe, nicht gestattet, aus den eben dar-

1) Stricker's Handbuch S. 309.

2) Absonderungsnerven etc. (Vorwort).

3) Citirt nach Heidenhain, Studien IV. Heft, S. 3 Anmerkung.

gelegten Beobachtungen mehr zu folgern, als dass es wahrscheinlich sei, es möchten die geschilderten Bilder die Endigung feinster, markloser Nervenfasern in den Secretionszellen darstellen. Der sichere Beweis aber hiefür kann als gestellt nicht betrachtet werden, so lange wir aus der Natur des zutretenden Fädchens selbst nicht erfahren können, ob es dem Nervensysteme angehört oder nicht. Nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse aber ist die Diagnose eines Fädchens von der beschriebenen Art, als eines nervösen, nur dann mit Sicherheit zu machen, wenn man es deutlich von notorischen markhaltigen oder marklosen Nerven hat abgehen sehen. Diesem unabweisbaren Postulate, insofern es sich um einen sicheren Ausspruch handelt, konnte ich, trotz vielfach darauf gerichteter Aufmerksamkeit, nicht genügen. Ich muss es deswegen auch, wie Reich (l. c.), bei einer Vermuthung bewenden lassen, von der weitere Untersuchungen zeigen werden, wie weit sie sich der Wahrheit genähert.

An die Cylinderzellen der Ausführungsgänge habe ich ebenfalls hie uud da feine Fädchen treten sehen, ohne ihr näheres Verhältniss zu ersteren eingehender studieren zu können. Auffallend war mir aber die Beobachtung, dass von den Nervenstämmchen, welche sich sehr häufig dem Verlaufe der Ausführungsgänge parallel anschliessen, niemals sich Fasern ablösen, um mit Epithelzellen in Verbindung zu treten. Es ist hier der Ort, um kurz der eigenthümlichen Strichelung zu gedenken, welche Henle zuerst an den Cylinderzellen der Ausführungsgänge beschrieben hat und denen Pflüger eine sehr merkwürdige Deutung gegeben hat. Wir können uns Henle und Heidenhain[1]) nur anschliessen, wenn sie die von Pflüger herrührende Deutung dieser Fibrillen als nervös anzweifeln. Sehr in die Wagschaale fällt schon die Bemerkung von Heidenhain, dass diese Fäserchen sehr resistent sind gegen starkwirkende Reagentien, was Jeder bestätigen kann, der Drüsen aus verschiedenen Flüssigkeiten untersucht hat. Betrachtet man Präparate von Drüsen, die in einer macerirenden Flüssigkeit, z. B. chromsaurem Kali, längere Zeit verweilt haben, so hat die in Rede stehende Faserung oft einen eigenthümlichen Charakter angenommen, dergestalt, dass das dem Lumen abgekehrte Ende der Cylinderzelle ein festungszinnenartiges Ansehen zeigt. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass die beschriebene Faserung, die vorzugsweise in Folge der Be-

1) L. c. S. 21.

handlung mit Reagentien auftritt und die an anderen Zellen nicht beobachtet wird, begründet ist in einem, noch nicht aufgedeckten, feineren Bau der Cylinderzellen der Ausführungsgänge. Ich habe aber keinerlei Beobachtung gemacht, welche im mindesten einen Anhaltspunkt böte, die fraglichen Fibrillen als nervöse zu bezeichnen; insbesondere sind mir directe Fortsetzungen notorischer Nervenfasern in die aufgefaserte Zelle niemals zu Gesichte gekommen.

Wir haben in unseren Betrachtungen über die anatomischen Beziehungen des Nervensystemes zu der Drüsensubstanz nun noch einige Worte zu widmen einer zweiten von Pflüger beschriebenen Endigungsweise. Es soll diese dargestellt werden durch solitäre, multipolare Ganglienzellen, welche einerseits mit Nerven, andererseits mit Secretionszellen in Zusammenhang treten sollen. Sternförmige, vielfach verästigte Zellen haben W. Krause[1]) aus der Parotis der Katze und Henle[2]) aus der Wand der Labdrüsen beschrieben und abgebildet. Aber Keiner dieser Autoren hat diese Bildungen mit Bestimmtheit für Nervenzellen erklärt; Krause insbesondere macht (l. c.) auf einige Umstände aufmerksam, die nicht erlauben, diese Gebilde mit Sicherheit für Ganglienzellen auszusprechen. Pflüger hat nun die erneute Aufmerksamkeit auf diese Zellen gelenkt und während er für die nervöse Natur derselben eintritt, sind Kölliker[3]), Heidenhain und Boll geneigt, dieselben unter das Bindegewebe zu reihen.

Mir sind die in Rede stehenden Zellen vielfach in meinen Präparaten aufgestossen. Insbesondere habe ich sie in reicher Anzahl zu isoliren vermocht aus einer Submaxillaris vom Kaninchen, die ich während längerer Zeit in sehr reines Paraffin luftdicht eingeschlossen hatte. Die Drüse war sehr weich geworden, zeigte aber kein Merkmal, insbesondere keinen Geruch, welcher auf eine beginnende Fäulniss hätte schliessen lassen können. Auch die Speichelzellen lassen sich aus einer so behandelten Drüse sehr leicht isoliren.

Es kommen in den Speicheldrüsen, soweit ich finde, zwei Formen multipolarer Zellen vor. Die eine Form dürfte, besonders wegen der eigenthümlichen Art der Fortsätze, zum Bindegewebe gehören; anderweitig sind jedoch im Bindegewebe derartige Zellen nicht leicht zu constatiren. Sie sind platt, blass, matt glänzend

1) Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift 23. Bd. S. 51.

2) Eingeweidelehre S. 46.

3) Gewebelehre V. Auflage S. 360.

und von sehr variabler Grösse; der nicht immer zu unterscheidende Kern ist oval; die Fortsätze sind fein, reich verästigt, aber gewöhnlich nur auf sehr kurze Strecke erhalten. Ueber ihre Verbindung zu korbartigen Hüllen um die Alveolen hat sich jüngst Boll [1]) verbreitet; auf diesen Gegenstand aber können wir hier nicht weiter eingehen.

Die zweite Art von verzweigten Zellen, die man in mit macerirenden Flüssigkeiten behandelten Drüsen gewahrt, sind, so weit ich sehe, nichts anderes, als veränderte Secretionszellen. Dass die isolirten Speichelzellen Fortsätze zeigen, hat schon Gianuzzi [2]) ausgesagt. Pflüger macht darauf aufmerksam, dass die scharfe Gränze zwischen den einen Alveolus bildenden Zellen zuweilen nicht ausgedrückt sei, was für eine stellenweise innigere Verkittung derselben spräche. Ich habe dieselbe Beobachtung gemacht, und es ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass die Fortsätze, die man an Speichelzellen zuweilen sieht, zu einer innigeren Verbindung der Zellen untereinander dienen. Man sieht auch in der That öfters an einem Stückchen Zellenmosaik eine einzelne ganz den anderen gleichende Zelle hängen, mittelst eines kurzen Fortsatzes an ersterem flottirend. Ich habe in der Speicheldrüse auch Zellen beobachtet, auf deren Aussehen die Beschreibung von Zellen passt, welche Langerhans (l. c.) aus dem Pancreas isolirt und mit dem Namen der centroacinären bezeichnet hat.

Wenn es Pflüger, wegen des stereotypen Aussehens der Speichelzellen vom Kaninchen für »absolut undenkbar« hält [3]), eine andere Zelle mit einer Speichelzelle zu verwechseln, so kann ich mich nach meinen eigenen Erfahrungen hiermit nicht einverstanden erklären. Da in Folge der Behandlung mit Macerationsflüssigkeiten die Zellen verändert werden und sich diese Veränderung nicht auf alle gleichmässig erstreckt, so ist schon hierin ein Grund zu einem differenten Aussehen gegeben. Es ist ja überhaupt eine bekannte Thatsache, dass man aus dem »characteristischen Aussehen« isolirter Zellen nur mit Vorsicht Schlüsse ziehen darf und dass sich eine Sicherheitsdiagnose immer noch auf anderr Momente stützen muss.

Für die nicht bindegewebige Natur der multipolaren Zellen

---

1) Dieses Archiv V. Bd. l. c.

2) Berichte d. kön. sächs. Ges. d. Wiss. 1865.

3) Stricker's Handbuch S. 320.

soll nach Pflüger noch der Umstand sprechen, dass die erwähnten Zellen mit Speichelzellen zusammenhängen, die Speichelzelle selbst aber eine Anschwellung einer markhaltigen Faser ist. Pflüger[1]) sagt: »Sie (die Speichelzelle) kann demgemäss keinen Fortsatz abgeben, der eine Bindegewebsfaser ist oder mit Bindegewebszellen zusammenhängt. Denn es besteht zwischen dem animalen Gewebe und den Bindesubstanzen keine Continuität.«

Wir haben uns oben bemüht, zu begründen, dass wir dem Nachweise der Endigung markhaltiger Fasern in Speichelzellen nicht diejenige Sicherheit zusprechen können, welche gestatten würde, die Existenz einer solchen Verbindung zwischen Nervenfaser und Secretionszelle als zweifellos anzusehen. Es ist eine nothwendige Consequenz dieser Auffassung meinerseits, die eben angeführte Schlussfolgerung Pflüger's als nicht zwingend zu erklären, so lange nicht die Existenz des animalen Zellennetzes, in der Ausdehnung, wie es Pflüger hinstellt, besser bewiesen ist, als bisher. Das, was wir aus unseren Beobachtungen über die multipolaren Zellen in den Speicheldrüsen erfahren haben, können wir dahin zusammenfassen, dass unzweifelhafte mit deutlichen Nervenfasern und Speichelzellen in Verbindung stehende Ganglienzellen nicht nachzuweisen sind, dass solitäre notorische Ganglienzellen überhaupt nur selten und dann, in den Verlauf markloser Nerven eingeschaltet, vorkommen; wir geben aber gerne zu, dass sich öfters über die wirkliche Natur dieser multipolaren Zellen eine sichere Aussage nicht machen lässt.

Werfen wir zum Schlusse einen Rückblick auf den Inhalt der vorstehenden Zeilen, so verhehlen wir uns nicht, wie wenig Befriedigung die vorwiegend negativen Resultate dieser Untersuchung gewähren. Nur unter fortwährend geübter skeptischer Kritik meiner zahlreichen Beobachtungen habe ich endlich die Ueberzeugungen gefasst, die ich hier dargelegt habe. Inwieweit aber eine deeartige Arbeit einen Werth für die Förderung unserer Erkenntniss besitzt, darüber steht allein den sachkundigen Fachgenossen ein Urtheil zu.

---

1) L. c. S. 320.

Die Stammverwandtschaft zwischen Ascidien und Wirbelthieren.

Nach Untersuchungen über die Entwicklung der Ascidia canina (Zool. dan.)

Von

C. Kupffer,

Professor in Kiel.

Hierzu Taf. VIII. IX. X.

Die bedeutungsvolle Abhandlung von A. Kowalevsky über die Entwicklung der einfachen Ascidien [1]) hat den Anstoss zu der vorliegenden Arbeit gegeben. Das Resultat derselben ist anders ausgefallen, als meine Erwartung am Beginn der Untersuchungen es sich vorgestellt hatte. Ich will nicht sagen, dass ich mit Widerstreben die Ideen aufnahm, die mein Vorgänger aus der beobachteten Erscheinungsreihe abstrahirt hatte und in schlichter unbefangener Weise als eine Frucht darbot, die gleichsam zwingend sich ihm aufgedrängt habe. Diese Ideen waren ja besonders lockend und eröffneten eine Perspective, die manchem Problem, dessen Unnahbarkeit den Fortschritt der Wissenschaft gehemmt hatte, die Lösung winkte, die dogmatisch gefasste Lehrsätze vergeblich anzubahnen schienen. Aber es lag etwas in dem Bilde, das Kowalevsky entrollte, was auf mich den Eindruck machte, als böte sich des Erwünschten zu viel an einer Stelle dar. Dass der indifferente Eingeweidesack, der wegen mangelnder Legitimation vergeblich von Typus zu Typus wandern zu müssen schien, in seiner kurzlebigen Jugend ein Modell der höchsten Abtheilung repräsentiren sollte, das

1) Memoires de l'Acad. d. St. Petersbourg VII. Serie. Tme. X.

erschien fast wie eine Zumuthung an die Leichtgläubigkeit. Es dürfte Manchem wie mir darin ergangen sein, dass er den Hinweis auf Verwandtschaft zwischen Tunicaten und Vertebraten in der einen oder andern Organanlage mit Befriedigung entgegen genommen hätte, vor der Vollständigkeit der Urkunde aber, die wenig zu wünschen übrig liess, dem Zweifel sein Recht einräumen zu müssen glaubte.

Indessen die Zweifel wichen einer nach dem andern, als ich mich an dem Gegenstande orientirte, und das Gesammtergebniss ist ein derartiges, dass, wo ich tiefer einzudringen vermochte, das neu ermittelte sich der Idee jener Verwandtschaft nicht blos zwanglos einfügt, sondern derselben weitere Stützpuncte zu verleihen geeignet ist. — Mögen die Erscheinungen, die im Nachfolgenden beschrieben sind, selbst davon Zeugniss ablegen.

Das Thier, dessen Entwicklung hier behandelt wird, ist von O. F. Müller in der Zool. dan. Tab. LV Fig. 4. 5. 6. derart dargestellt, dass über die Identität kein Zweifel sein kann. Er nennt es Ascidia canina. Cuvier [1]), nimmt an, dass A. canina Müll. Gmel. identisch sei mit A. intestinalis Linn. Gmel. und dass vielleicht O. F. Müller's A. corrugata [2]) nur eine Varietät derselben darstelle. Savigny [3]) trennt A. canina Müll. und intestinalis Linn. als gesonderte Arten, identificirt aber A. intestinalis Linn. Cuv. und A. corrugata Müll., während Deshayes und Milne-Edwards [4]) nach dem Vorgange von Cuvier A. intestinalis und canina als Synonyme aufführen, dagegen die A. corrugata Müll. gesondert bestehen lassen. Von der A. intestinalis sagen sie: elle offre diverses variétés: les unes de mers du nord, d'autres de la Manche, et d'autres de la Mediterranée. Forbes und Hanley [5]) aber schliessen sich wieder Savigny an, stellen A. intestinalis Linn. und corrugata Müll. zusammen und unterscheiden davon die A. canina Müll.

1) Mémoires pour servir à l'histoire et l'anatom. d. mollusques. Ascidies. pag. 23. pl. 2. Fig. 4—7.

2) Zool. dan. LXXIX. 3. 4.

3) Mém. pt. 2. pag. 169 und 171.

4) Histoire natur. d. anim. sans vertebr. par Lamarck Tme. III. pag. 533.

5) History of British Mollusca. Vol. I. pag. 31.

Die differentiellen Charactere, die sie aufführen, sind indess sehr unwesentliche und beschränken sich eigentlich auf Farbe und Durchsichtigkeit der äusseren Tunica, die bei A. intestinalis als durchsichtig, gelatinös und gewöhnlich grünlich oder gelblich bezeichnet wird, während sie bei A. canina dieselbe als derb und röthlich angeben.

Was die A. corrugata Müll. anlangt, so unterliegt es keinem Zweifel, dass es das junge Thier der A. canina ist. Ich habe während der Monate Juli, August, September die Jungen zahlreich aus dem Ei bis zur Länge von einem Zoll erzogen und konnte die Uebereinstimmung mit O. F. Müller's Darstellung befriedigend konstatiren. Deshayes und Milne-Edwards geben für A. corrugata die Diagnose: elongata, glabra, sacculo cinereo, fasciis albis. Nun findet man aber Thiere bis zu zwei Zoll Länge, bei denen das rothe Pigment, das die Muskelzüge begleitet, noch sehr wenig entwickelt ist, die Muskeln treten dann deutlicher als weissliche Bänder hervor. Graulich durchscheinende Beschaffenheit des Mantels ist den Individuen von der Länge der Abbildung in der Zool. dan. eigenthümlich. Und damit fielen die besonderen Charactere der A. corrugata fort.

Ob aber unsere A. canina mit der A. intestinalis Linn. Cuv. darnach zu identificiren wäre, ist mir zweifelhaft. Linné's[1]) bündige Diagnose der A. intestinalis lautet: »A. laevis, alba, membranacea Bohadsch mar. 132. T. 10. Fig. 4.« Er stützt sich also auf Bohadsch und hat unser Thier offenbar nicht vor Augen gehabt, das im erwachsenen Zustande stets gesättigt braun erscheint.

Bohadsch Abbildung aber stimmt in den Umrissen nicht mit unserm Thiere; der Kloakensipho tritt an Länge neben dem Kiemensipho weit mehr zurück, als bei A. canina und es fehlt die bei dieser konstante Krümmung des Körpers, der nach der Kloakenseite mehr oder weniger konkav ist (cf. meine Fig. 22). Forbes und Hanley[2]) geben von der A. intestinalis der englischen Küste an: »orifices placed on rather short tubes«, was eher mit Bohadsch' Bilde als mit dem meinigen stimmt, das genau nach den Dimensionen eines gestreckten Exemplars entworfen wurde. In Ermangelung einer eingehenden Schilderung, namentlich des Thieres aus dem Mittel-

1) Syst. natur. Ed. XII. pag. 1087.

2) l. c.

meere, woraus sich befriedigender auf Identität oder Nichtidentität schliessen liesse, und mit Rücksicht auf einzelne Eigenthümlichkeiten an den Eiern und Larven der A. canina, von denen Kowalevsky, der neben A. mamillata auch intestinalis benutzt hat, nicht spricht, scheint es gerechtfertigt, die Unterscheidung beizubehalten und unserm Thiere die Bezeichnung zu lassen, die der erste getreue Darsteller ihm verliehen. Zugleich ziehe ich es vor, als Bezeichnung der Sippe »Ascidia« im Sinne von Forbes beizubehalten, da Savigny's Untersippen Phallusia, Pyrena, Ciona bis jetzt nicht allgemein acceptirt sind.

A. canina erlangt in der Kieler Bucht eine Länge von 5 Zoll Par. und etwas darüber, bei einer Breite des von den Eingeweiden eingenommenen stärkern Hinterendes von $1\frac{1}{2}$ Zoll Par.; diese Maasse sind dem gestreckten Zustande des Thieres, bei ganz geöffneten Siphonen, entnommen (Fig. 22). Der längliche, drehrunde Körper verjüngt sich allmälig gegen das die Siphonen tragende Ende und ist nach der Kloakenseite zu leicht gekrümmt, dadurch ist diese Seite kürzer und die Basis des Kloakensipho tritt gegen die des Kiemensipho hinterwärts etwas zurück. Beide Siphonen stossen mit ihren Basen an einander und sind fast gleich lang, etwa 8—9''' Par. an 5 Zoll langen Thieren; der Kloakensipho, um ein Geringes kürzer, verengt sich mehr gegen seine Mündung, als der cylindrisch gestaltete andere. Ersterer hat am Mündungsrande 6, letzterer 8 gleich grosse, flachbogenförmig begrenzte Lappen. In den Einschnitten zwischen den Lappen sitzen hart am Rande je 6 und 8 zinnoberrothe Ocellen. Das Pigment erstreckt sich meist noch in dünnen Streifen über die Ocellen hinaus auf den convexen Rand der Lappen und es giebt Individuen, die, bei intensiver gefärbten Ocellen, einen vollständigen feinen rothen Saum um beide Mündungsränder haben.

Das gesättigte Braun der äuseren Tunica zeigt sich erst an den mindestens ein halbes Jahr alten Thieren. Bis dahin ist die Farbe lichter und die Tunica durchscheinender. Die braune Farbe kann bei 3 Zoll langen Thieren noch vollständig fehlen und die äussere Tunica transparent sein. Dann erscheinen die Thiere röthlich und im kontrahirten Zustande lebhaft roth, durch ein in Zellen enthaltenes Pigment, das die Muskelzüge und die Gefässe im Gitterwerk der Kiemen begleitet. In der Regel erscheinen die durchsichtigen Thiere von $\frac{1}{2}$ Zoll Länge bereits röthlich durch die Entwicklung dieses Pigments. Constant färbt sich der Magen und

Darm, besonders der erstere, schon sehr früh gelb, bis orange, noch ehe die Ascidienform deutlich entwickelt ist.

Man findet die Thiere in der Kieler Bucht vorzugsweise am Seegrase (Zostera marina) und zwar die jüngern Thiere besonders an dem grünen Grase der Uferregion; die älteren im alten modernden Seegrase, das die Abhänge der Uferregion gegen die mit Mudde angefüllte tiefe Rinne der Bucht bedeckt. Aber auch an Fucus vesicul; an den Boden von Böten, an Holzwerk setzen sie sich an. Die Anheftung erfolgt bei vereinzelt sitzenden Thieren nicht mit dem äussersten Hinterende, sondern mit einer seitlichen, dem Hinterende nahen Fläche durch zahlreiche kegel- und warzenförmige Papillen. Sitzen die Thiere gruppirt, was sehr häufig der Fall, so können sie mit dem ganzen Hinterende zusammenbacken. Die ganze Haftfläche mit ihren Papillen verdickt sich in Vergleich zur übrigen an sich schon derben Tunica und kann Knörpelhärte annehmen.

Während man in den letztverflossenen Jahren nur über eine beliebige Wiese von Seegras im innern oder äussern Theile der Bucht zu dredgen brauchte, um die Thiere zu erhalten, waren sie im Anfange dieses Sommers (1869) verschwunden. Vom Mai bis zum Juli suchten ich und mehrere andere Personen ganz vergeblich nach ihnen, bis ich im Juli in der Nähe von Holtenau einige alte Thiere auffand, die mir im Wesentlichen das Material zur Arbeit lieferten. Vom August an begann die junge Brut sich zu zeigen, die von jener Wiese bei Holtenau auszugehen schien und erst über den äussern Theil der Bucht, dann auch weiter hinein sich verbreitete, so dass gegenwärtig der Hafen wieder ganz von ihnen bevölkert ist. Im August legten bereits diesjährige Thiere Eier.

Die Geschlechtsorgane der Ascidien sind neuerdings von Hancock[1]) beschrieben und ich habe dem für A. canina, die er nicht berücksichtigt, nur wenig hinzuzufügen. Das Ovarium bildet während der Legezeit einen massiven länglichen Körper von braunrother Farbe, der innerhalb der Curvatur des Darms gelegen ist (Fig. 23. o) und nur durch den dem Enddarm enge anliegenden Oviduct fester angeheftet wird. Der Oviduct ramificirt sich innerhalb des Ovarium, das beim Ausbreiten in die isolirten Follikel zerfällt, die von einem zarten Bindegewebe leicht umhüllt sind. Wie sich die Endigung

1) Linnean Society's Journal. Zool. vol. IX. pag. 315.

der Aeste des Oviducts in der Substanz des Ovariums verhält, darüber habe ich nicht befriedigende Einsicht erlangt.

Der Hoden liegt als eine weisse Belegmasse der konkaven Seite des Darms auf, vom Pylorusende des Magens bis zum Beginn des gestreckten Enddarms (Fig. 23 t. t), an den beiden Endpunkten dieser Strecke sich aber besonders anhäufend, so dass bei manchen Individuen zwei ganz getrennte Portionen sich finden. Er besteht aus grossen rundlichen Acinis ohne sekundäre Ausstülpungen, die während der Legezeit mit den Samenzellen ganz gefüllt sind. Die Ausführungsgänge der Acini verbinden sich winklig und es gehen schliesslich zwei Canäle von den Endportionen des Hodens ab, die an der Wurzel des Oviducts zum vas deferens sich vereinen. Oviduct und vas deferens verlaufen dann dicht neben einander in gemeinschaftlicher Scheide, durch die sie an den Enddarm in dessen ganzer Länge geheftet sind, reichen aber beträchtlich über die Darmmündung hinaus und öffnen sich neben einander, näher dem freien Rande des Kloakensipho, als dem Darmende. Das letzte Ende beider Gänge erhebt sich etwas papillenartig von der Innenwand der Kloake. Rothes Pigment begleitet beide Gänge und bildet einen intensiv gefärbten Punkt am Ende.

I. Die Entwicklung der freibeweglichen Larve.

Das Eierstocksei. Nimmt man ein Stück des röthlich braunen Eierstocks des geschlechtsreifen Thieres und breitet es mit Nadeln auseinander, so lösen sich die Eierstocksfollikel ohne weiteres Zuthun aus dem lockeren fasrigen Gewebe, mit je einem Ei darin. Die jüngsten Eier haben einen ungetrübten pelluciden Dotter, der, bevor das Ei noch die halbe Grösse erreicht hat, die es beim Eintritt in den Oviduct besitzt, sich von der Peripherie des Keimbläschens an feinkörnig trübt. Das Keimbläschen erscheint als ein heller nicht immer kreisrunder Fleck mit einfachem bestimmtem Contour. Der Keimfleck ist stark lichtbrechend mit etwas gelblichem Ton und nimmt sich wie ein solider Körper aus.

Die isolirten Follikel bestehen aus einer ganz klaren, homogenen dünnen Haut und einem einfachen Epithel an der Innenfläche, dessen Zellen im Profil spindelförmig erscheinen (Fig. 1). Der Dotter zeigt keine Dotterhaut.

Während nun der Dotter feinkörnig wird, wachsen die Zellen

des Follikelepithels stark in den Raum zwischen Dotter und Follikelwand hinein und nehmen allmälig kubische Form an, sich regelmässig und dicht aneinanderschliessend (Fig. 2. β). Sie zeigen einen ausgezeichneten kugligen, nicht bläschenförmigen, sondern, wie es scheint, kompakten Kern, der mit dem Wachsthum der Zellen stärker lichtbrechend wird und schliesslich am reifen Ei Glanz und einen gelblichen Ton erhält. Das Protoplasma dieser Zelleu verändert sich ebenfalls in eigenthümlicher Weise, es zerfällt, ohne krümlig oder körnig zu werden, durchweg in blasse Bläschen, die, ohne irgend welche wahrnehmbare Zwischensubstanz dicht aneinander liegend, den ganzen Zwischenraum der Zellen füllen. Die Bläschen sind im Allgemeinen grösser nach der Dotterseite hin, kleiner nach der Follikelwand zu. Die äussersten, nach der letzten Seite hin, sind nicht rund, sondern länglich und stehen regelmässig wie Pallisaden aneinander gereiht (Fig. 2. B.). Unter der Einwirkung von Säuren, Essigsäure und verdünnten Mineralsäuren, wird der eigenthümliche Kern blass, verliert den gelblichen Ton, das Lichtbrechungsvermögen und erscheint nun unter den Bläschen, in die das Protoplasma zerfallen ist, wie eines von diesen letzteren, nur durch seine Grösse sich auszeichnend. Die Bläschen selbst sind resistent gegen Säuren, werden nicht getrübt, aber auch nicht undeutlicher in ihren Contouren. Nachdem dieser blasige Zerfall des Protoplasma der Follikelzellen erfolgt ist, kann man konstatiren, dass die Zellen eine zarte Membran haben. Später, nachdem sie beträchtlich gewachsen sind, gelingt es noch leichter, man kann sie mit Nadeln zerreissen und die Membran isoliren.

Die ganze Erscheinung dieser kubischen, mit regelmässigen Blasen angefüllten, den solidern glänzenden Kern enthaltenden Gebilde ist so eigenthümlich, dass man sie an einer Serie verschieden entwickelter Follikel Schritt für Schritt verfolgt haben muss, um zu der sichern Ueberzeugung zu kommen, dass es sich so verhält, wie eben geschildert, dass es einzellige Gebilde sind mit blasig zerfallenem Protoplasma. Man denkt an mit Brut gefüllte Mutterzellen, aber diese anscheinenden Tochterzellen haben und erhalten keine Kerne, bleiben überhaupt, abgesehen von einer mit dem Wachsthum der ganzen Zelle fortschreitenden Vergrösserung, ganz unverändert und gehen mit der Mutterzelle zu Grunde.

Nachdem sie die Form angenommen haben, in der die Fig. 2 sie zeigt, bemerkt man weiter zweierlei sich vollziehen: erstens

lockert sich der Zusammenhang zwischen den Zellen und der Follikelmembran, die derselben bis dahin anliegenden Flächen der Zellen werden konvexer als die ihnen entsprechende Krümmung der Membran beträgt, so dass bald nur der Scheitel des gewölbten Zellenendes die Membran berührt. Dagegen scheiden die dem Dotter zugewandten Zellenenden gemeinsam eine zarte Cuticula ab, die Eihaut, das Chorion, innerhalb welcher der Dotter seine Entwicklungsphasen durchläuft und die erst von der entwickelten Larve verlassen wird. Diese Haut ist jedenfalls nicht gleich vom Anfange da. An Follikeln von der Entwicklung wie in Fig. 2 ist sie leicht nachzuweisen. Streicht man über eine Portion Follikel auf dem Objectträger mit dem Pinsel unter einigem Drucke hin, so bringt man etliche zum Platzen, kann die kubischen Zellen stellenweise wegpinseln und erblickt sie dann nackt, durch Zusatz von destillirtem Wasser hebt sie sich vom Dotter ab.

Der Dotter ist mittlerweile nicht blos feinkörnig geworden, sondern hat zugleich eine gelbliche Farbe angenommen. An seiner Peripherie vollzieht sich jetzt ein merkwürdiger Vorgang, auf den ich mir erlaube, die Aufmerksamkeit besonders hinzulenken. Derselbe ist von meinen Vorgängern theils übersehen worden, theils haben sich die Untersuchungen nicht auf so frühe Stadien der Entwicklung erstreckt. Dieser Vorgang betrifft die Bildung derjenigen Zellen, die in die spätere äussere Tunica (Testa, äussere Mantelschicht) übergehn, ich will dieselben kurzweg die Testazellen nennen. Diese Zellen verhalten sich bei A. canina anders, als bei denjenigen Arten, deren Entwicklung bisher beschrieben worden ist. Sie bilden nämlich an dem Ei schon innerhalb des Follikels und späterhin bis kurz vor dem Ausschlüpfen der Larve eine epithelartige Bekleidung der Innenfläche der Eihaut, des Chorion, das, wie oben besprochen, von den Follikelzellen als Cuticula abgeschieden war. Anfänglich liegt diese Schicht dem Dotter eben so enge an, wie der Eihaut; allmälig entsteht ein Zwischenraum, der ganz pellucide ist und eine Flüssigkeit zu enthalten scheint, zwischen der Dotteroberfläche und den Testazellen, die als gelblich gefärbte Epithelkapsel der Eihaut zwar dicht anliegen, aber niemals fest adhäriren, denn ein mässiger Druck löst sie partiell oder in grösserer Ausdehnung davon ab. Fig. 4. D. zeigt diese Testazellen am reifen Ei im Oviduct, derart dargestellt, dass man zugleich in die Tiefe der von denselben gebildeten, einfach geschichteten Capsel blickt.

Bei A. mamillata mag es vielleicht in frühern, als den von Kowalevsky[1]) und Krohn[2]) beschriebenen Stadien sich ähnlich verhalten. Am reifen oder nahezu reifen Ei, das sie schildern, sprechen sie von einer den Dotter umgebenden Gallertschicht, in welche, aber nicht zusammenhängend, gelbliche Kerne oder Zellen eingebettet sind, ein Verhältniss, das bei A. canina erst gegen das Ende der Larvenentwicklung sich zeigt, bis dahin existiren an meinem Objecte, wie die Abbildungen es darstellen, als capselartig geschlossene Lage die Testazellen im Zusammenhange.

Ueber die Entstehung dieser Zellen äussert sich Kowalevsky dahin, er zweifle nicht, dass sie aus den Zellen des Follikels stammten, aber offenbar ohne eingehende Untersuchung des Verhältnisses. Krohn und die frühern schweigen über den Ursprung der Schicht und ihrer Zellen.

Ich war zunächst ebenfalls der Meinung, dass es Follikelzellen seien und habe mich auch in dem Sinne in einer vorläufigen Mittheilung ausgesprochen. Darnach weckte der Umstand mir Bedenken dagegen, dass die Zellen gleich Anfangs genau die Farbe des Dotters haben. Ich untersuchte nun zahlreiche Ovarien weiterhin auf die Zwischenformen zwischen denjenigen Follikeln, die bereits die kubisch entwickelten Follikelzellen mit blasigem Inhalte, aber noch keine gelbliche Zellen enthielten und solchen, in denen sie vorhanden waren. Es zeigte sich, dass die Eihaut, d. h. die von den Follikelzellen gegen den Dotter gesetzte Haut, zuerst entsteht. Die nächsten Entwicklungsstufen lassen dann Folgendes wahrnehmen: Der durchweg schon granulirte Dotter scheidet an seiner Oberfläche eine klare, körnchenfreie Protoplasmaschicht ab, von der Farbe der spätern Zellen. Andere Follikel, die hinsichtlich der Entwicklung den obigen im Uebrigen ganz gleich, zeigen diese äussere Dotterschicht im Beginn der Zerklüftung, indem eine zarte radiäre Streifung an derselben auftritt, noch andere, statt der Streifung, distinct gesonderte Zellen. Fig. 2 giebt das Stadium wieder, indem die Streifung erscheint, Fig. 3 die deutlichen Zellen.

Solche direct aneinander schliessende Serien finden sich in jedem gefüllten Eierstock während der Legezeit. Es ist völlig sicher, dass an diesen Eiern noch vor der Befruchtungsreife des Dotters, die

1) l. c.

2) Müller's Arch. 1852. pag. 313.

durch eine röthliche Farbe gekennzeichnet ist, also während er noch gelb erscheint, an seiner Oberfläche sich Zellen aus einer vom Dotter selbst stammenden Protoplasmaschicht bilden, eben jene Testazellen. Sie sind ziemlich stark lichtbrechend, man kann den Kern erst später sehen, so dass ich es unentschieden lassen muss, ob kleine Kerne vorher als Bildungscentren auftreten; das Wahrscheinlichere ist, dass sie nachträglich erscheinen.

Man könnte den Vorgang für die Bildung eines Blastoderms halten, wenn man die nähern Verhältnisse übersähe, so unmittelbar liegt die gelbe Zellenschicht dem Dotter an. Es liegt hier wieder ein Beispiel von »freier Zellenbildung« im Sinne der Botaniker vor, wenn man mit ihnen den Act dahin definirt, dass sich ein Theil des Protoplasmas einer Zelle um neue Bildungscentren sammle und neue Zellen bilde, während ein anderer Theil des Protoplasmas der Mutterzelle übrig bleibt[1]). Die periphere Schicht entspräche dem ersteren, die Hauptmasse des Dotters, die später unter dem Einflusse der Befruchtung sich furcht, dem andern Theil des Protoplasmas.

Ein schon länger bekanntes Beispiel eines analogen Vorganges bietet die Bildung des Blastoderms mancher Diptereneier. Aeusserlich betrachtet, — also abgesehen davon, dass in dem letzten Falle die Befruchtung den Anstoss giebt — vollziehen sich beide Vorgänge sehr ähnlich, es tritt eine pellucidere Protoplasmaschicht an der Peripherie des Dotters auf und diese zerklüftet sich regelmässig in neue Zellen. Bei der Bildung des Blastoderms der Dipteren treten voran die Kerne der neuen Zellen auf, hier sehe ich sie nicht. Wenn ich darnach annehme, dass sie in der That erst später in den neuen Zellen hervortreten, so würde das keine Differenz der beiden verglichenen Vorgänge abgeben, die nicht an dem entsprechenden Processe bei den Pflanzen ihr Analogon fände. Es kann bei der freien Zellenbildung der Pflanzen die Bildung der Kerne vorausgehen oder ausbleiben.

So werden alle Theile des reifen Eies im Eierstocke angelegt. Die ferneren Aenderungen innerhalb des Follikels bestehn, ausser dem Wachsthum sämmtlicher Theile, darin, dass der Dotter seine Farbe wechselt, das Gelb geht in ein etwas bräunliches Roth über;

---

1) J. Sachs, Lehrb. d. Botanik pag. 11. C.

die Testazellen, die die Farbe bewahren, entfernen sich als kontinuirliche Lage ein wenig vom Dotter, verbleiben aber in der engen Anlagerung an die Innenfläche der Eihaut.

Das Ei tritt dann nach dem Bersten des Follikels in den Oviduct, auf der Oberfläche der Eihaut von den kubischen Follikelzellen regelmässig bekleidet. Diese wachsen nun rasch im Oviduct zu kegelförmigen Zotten aus, wobei der blasig zerklüftete Inhalt bleibt, wie er war. Der eigenthümliche Kern wird etwas gelblicher und hält keine bestimmte Lage ein, an einigen Zotten findet er sich näher der Basis, bei andern rückt er an die Spitze.

Dies sind die schon mehrfach, namentlich auch von Krohn beschriebenen Zotten der Eihaut, die aber hier bei A. canina bis zuletzt an der Eihaut haften und so lang werden können, dass sie dem Durchmesser des Eies gleichkommen. Zwischen den Testazellen und dem Dotter entsteht jetzt ein weiterer pellucider Raum, der, da die Dotterkugel frei in der Mitte desselben schwebt, keine Flüssigkeit enthalten kann, sondern eine bereits jetzt halbflüssige Masse, die Gallertsubstanz der Testa.

Während ich mich in der Darstellung der Theile des reifen Eies und ihrer Deutung ganz in Uebereinstimmung mit Krohn[1]) sehe und die von mir aufgedeckte Entwicklung dieser Theile ganz wohl mit der Deutung harmonirt, tritt eine Untersuchung von Stepanoff[2]), ebenfalls gestützt auf die Entwicklung von Ei und Follikel im Eierstock, Krohn's Angaben entgegen. Nach dem, was ich ermittelt habe, bringt Stepanoff Verwirrung in die Sache. Zur Motivirung dieses Urtheils will ich nur anführen, dass Stepanoff die Zotten der Eihaut gar nicht kennt, die Zellen des Follikels gar nicht von den Testazellen scheidet, sondern die Testaschicht durch Confluenz der Follikelzellen entstehen lässt, während nach meinem Objecte keine Mühe erforderlich ist, um zu konstatiren, dass diese Zellen sich zu den Zotten hervorbilden.

Die Grösse der frisch gelegten Eier betreffend, fand ich im Durchschnitt von 10 Messungen folgende Werthe:

Durchmesser des Eies innerhalb der Eihaut gemessen = 0, 16 Mm.

Durchmesser der Dotterkugel = 0, 135 Mm.

Länge der Zotten = 0, 075 Mm.

1) l. c.

2) Bulletin de l'Academ. imperiale de St. Petersbourg Tme. XIII. pag. 209. 1869.

Das befruchtete Ei. Die Befruchtung mag auch bei diesem Thiere in der Kloake erfolgen, wie Krohn[1]) es von A. mamillata annimmt, die ich nicht kenne; es findet ohne Zweifel dort bereits eine Mengung beider Geschlechtsproducte statt, denn ein Häufchen frisch ausgestossener Eier, mit der Pipette vom Boden des Gefässes auf den Objectträger gebracht, zeigt stets zahlreiche Zoospermien an den Zotten der Eihaut; allein ich bezweifle es, dass eine grössere Portion Eier, in der Zahl wie sie gelegt werden, auch nur wenige Minuten lang in der Kloake verweilen. Der stete Strom durch diese würde schon die Anhäufung verhindern. Ich habe zahlreiche Thiere während der Legezeit darauf untersucht, aber keine Eier in der Kloake angetroffen. Dem Ausstossen des Inhalts aus den Geschlechtsgängen in die Kloake folgt wohl gleich die Contraction der Kloake, die beides gemengt mit kräftigem Stosse ins Wasser treibt. Legt man die Thiere in flache Porzellanschalen, auf deren weissem Boden die Gruppen bräunlicher Eier leicht mit blossem Auge entdeckt werden, und beobachtet die Thiere, deren Kloakensipho der Wasseroberfläche nahe liegt, so kann man in dem ausgestossenen Wasserstrahle selbst die Eier schon entdecken.

Die Contraction erfolgt dabei in derselben Weise wie beim Auswerfen des Koths, aber gleichzeitig mit dem Koth sah ich nie Eier austreiben.

Man beobachtet eine doppelte Weise der Contraction der Siphonen; die eine Weise ist die häufigere, sie erfolgt periodisch in ziemlich gleichen Abständen. Dabei schliessen sich beide Siphonen langsam gleichzeitig und die Testa legt sich ringsum in leichte Längsfalten, was auf eine mässige Contraction des Kiemensacks und der Kloake zugleich deutet, vorzugsweise ihrer Gürtelmuskeln; der Inhalt des Kiemensackes wird dabei unter stärkeren Druck gesetzt und muss gegen die Schlundöffnung gedrängt werden und die Nahrungsaufnahme befördern. Nach wenigen Secunden eröffnen sich dann beide Siphonen wieder gleichzeitig und es strömt im ersten Momente aus beiden Oeffnungen aus, gleich darauf stellt sich die reguläre Circulation wieder her.

Anders zeigen sich die Contractionen, wenn Koth oder Eier ausgeworfen werden sollen. Da schliesst sich der Kiemensipho, der andere verengt sich nur ein wenig; es erfolgt nun eine vehemente

1) l. c. 314.

Contraction der Kloakenmuskulatur, in Folge deren eine starke Längsfalte der Testa auf der Kloakenseite erscheint, und im starken Strahle wird Koth in Röhrenform oder es werden Eier entleert, die um die doppelte bis dreifache Länge des Thieres fortgetrieben, sich gruppenweise zu Boden senken.

Künstliche Befruchtung gelang, wenn ich aus den Enden der Ausführungsgänge die Producte nahm und sie im Uhrglase in frischem Wasser mengte.

Ein einzelnes Thier, isolirt gehalten, gab an 4 aufeinanderfolgenden Tagen befruchtete Eier.

Ein Eindringen der Spermatozoen durch die Eihaut in den Raum zwischen Testazellen und Dotter habe ich zu meiner Enttäuschung nicht wahrzunehmen vermocht. Da dieser Raum ganz pellucide ist, glaubte ich hier ein besonders günstiges Object vor mir zu haben. Die dicht aneinauder schliessenden Zotten der Aussenfläche der Eihaut können einzelne Spermatozoen allerdings verdecken. Deshalb entfernte ich die Zotten, was streckenweise leicht gelingt, wenn man über eine Portion Eier am Boden eines Uhrglases mit einem feinen Pinsel leicht hinstreicht. Bringt man nun Sperma hinzu, so stürzen die Zoospermien in Menge auf diese zottenfreien Stellen der Eihaut und bohren sich mit dem Kopfende ein oder haften wenigstens fest an. Nun gewahrt man ein interessantes Phänomen: nachdem die Schwänzchen eine Zeit lang unregelmässig geschwungen haben, einige auch in spiralig drehender Bewegung das Bohren versuchten, werden die Schwingungen allmälig gleichmässiger und nach wenigen Minuten schlagen alle Schwänzchen in einem Sinne, wie ein lebhaft bewegter Flimmersaum. War der Zottenbesatz zum grössten Theile oder vollständig entfernt, so hat man das Bild einer ringsum flimmernden und rasch rotirenden Kugel, so dass ich das erste Mal bei diesem Anblick Embryonen mit Flimmerbesatz vor mir zu haben glaubte [1]). Diese lebhafte Bewegung kann 20 Minuten und länger anhalten. Allmälig erlahmt sie, die Zoospermien fallen ab. Trotz dieser lebhaften Action, und obgleich die Verhältnisse einer Wahrnehmung eingedrungener Zoospermien sehr günstig liegen, habe ich, wie gesagt, es nie beobachtet.

---

1) Nachträglich finde ich, dass Kowalevsky dieselbe Erscheinung an den Eiern von Anneliden und Echinodermen beobachtet hat. Siehe seine Entwicklung des Amphioxus lanc. in Mémoires de l'Acad. de St. Petersbourg VII. Serie 1868.

Den rasch verlaufenden Furchungsprocess anlangend, bietet derselbe hier eine sehr günstige Gelegenheit, das nun schon so vielseitig beobachtete und beschriebene Verhältniss zu konstatiren, dass eine Theilung des Kernes dem Erscheinen jeder neuen Furchungsrinne vorhergeht, wenn auch der röthlich braune, zahlreiche feine Körnchen enthaltende Dotter den Kern nicht scharf begrenzt, sondern nur als hellen Fleck erkennen lässt. Das Auftreten des ersten Kernes im ungetheilten Dotter zeigt sich als eine erst ganz kleine helle Lichtung, die rasch bis zu einer gewissen Grenze wächst, dann sich theilt, indem sie sich nicht bisquitförmig, sondern nur von einer Seite her nierenförmig ein- und durchschnürt. Die zwei hellen Flecke nun rücken rasch auseinander, als ob sie sich selbst abstiessen und zwar weiter auseinander, als dem Mittelpuncte der demnächst entstehenden Halbkugeln entspräche, dabei wird die Dotterkugel oder, mit Kölliker zu sprechen, die erste Furchungskugel in der Richtung ihres Auseinanderweichens etwas verlängert. Dann tritt die erste Furche auf und es nähern sich die beiden Kerne wieder, während dieselbe durchschneidet, indem also der Widerstand der Cohärenz der Dottertheile überwunden wird. In den zwei Kugeln vollzieht sich die Kerntheilung ebenso mit nierenförmiger Einschnürung, in beiden gleichmässig von der der andern Kugel zugewandten Seite her. Das rasche Auseinanderweichen und die darauf folgende Annäherung, nachdem die Kreuzfurche erschienen ist, wiederholt sich dann wie bei der ersten Furchungskugel. Man kann sich deutlich davon überzeugen, dass, wie Kowalevsky[1]) es beschreibt, in den Furchungskugeln die Dotterkörnchen sich radiär zu den Kernen ordnen, aber es ist das kein Verhältniss, das diesen Bildungen eigenthümlich wäre, sondern man trifft es ebenso, wenn nicht mehr ausgeprägt, an Eierstockseiern, nachdem der Dotter durchweg körnig geworden ist; namentlich unmittelbar an der Peripherie des Keimbläschens ist die Anordnung der Körnchen mitunter so regelmässig, dass man einen Stabkranz zu sehen glaubt. Das Stadium der Furchung bot in seinem Verlaufe Nichts Erwähnenswerthes dar, was nicht bereits beschrieben wäre, bis auf das Erscheinen einer Furchungshöhle, der Kowalevsky bekanntlich eine hohe Bedeutung beimisst, indem er in derselben nach einem, wenn auch nicht allgemeinen, doch sehr

---

1) l. c.

verbreiteten Entwicklungsmodus im Thierreich, die spätere Leibeshöhle vorgebildet findet. Diese Darlegung bedarf einer genauern Berücksichtigung.

Als Paradigma des Vorganges, auf den sich seine Auffassung hierbei stützt, kann das Ei von Amphioxus[1]) dienen, auf das er sich selbst wiederholentlich beruft. Da beobachtet man also Folgendes: ein zwischen den 4 ersten Furchungszellen vorhandener centraler Raum bleibt nicht nur bestehn, sondern vergrössert sich während der Vermehrung der Zellen, die sich dabei in einfacher Lage um diesen Raum ordnen, so dass schliesslich eine von einschichtiger Zellenwand umgebene geräumige Blase entsteht, die nun eingestülpt wird, wobei die Blasenhöhle also zum Spalt zwischen dem äussern und dem eingestülpten Theile der Wand sich gestaltet d. h. zur Leibeshöhle. Ein zweites prägnantes Beispiel dafür würde nach demselben Beobachter das Ei einer Holothurie (Psolinus) darbieten. Auch hier hat man am Ausgange des Furchungsprocesses eine deutliche Blase mit einschichtiger Wand[1]).

Kowalevsky findet nun, dass die einfachen Ascidien demselben Gesetz folgen, wenn auch die Furchungshöhle im Verhältniss zur Grösse der Wandzellen viel enger ist, als in den beiden oben angegebenen Beispielen.

Das trifft aber bei dem Ei unseres Thieres nicht zu. Eine Höhle, die kaum den Durchmesser der Zellen überschreitet, finde ich allerdings auch während der Furchung, allein dieselbe ist grade zu dem Zeitpuncte, auf den es bei Beurtheilung der in Rede stehenden Vorgänge wesentlich ankommt, — ich meine am Beginn der Einstülpung des Darmsackes, von der gleich darauf gehandelt werden soll, — jedenfalls nicht von einfacher Zellenlage umgeben; das geht zur Genüge schon aus der Vergleichung ihres Durchmessers mit dem des ganzen Eies und der Zellen in der äussersten Schicht hervor. Ich verweise hierzu auf meine Fig. 7, die bei centraler Einstellung mit genauer Berücksichtigung der relativen Maasse entworfen ist nach einem Objecte, das die Umgrenzung des mittleren Hohlraums mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit hervortreten liess. Dasselbe ergiebt sich ferner daraus, dass die innern, die Höhle zunächst umgebenden Zellen anders gefärbt sind, als die der

---

1) Memoires de l'Academ. imper. de St. Petersbourg VII. Serie, Tme. XI. 1868.

äussersten Lage; die erstern erscheinen durch das diffuse Pigment, das schon am reifenden Dotter des Eierstockes auftritt, röthlich. Und wäre das Alles auch nicht vorhanden, so ist das Ei trotz der körnigen Beschaffenheit und der Färbung der Zellen durchscheinend genug, um bei tiefer Einstellung die mehrfache Schichtung der ungefähr kubischen Zellen direct zu beobachten. Also von einer einschichtigen Blase kann hier nicht die Rede sein. Ich erhebe damit durchaus keinen Zweifel an der Richtigkeit von Kowalevsky's einschlagender Beobachtung, von deren Schärfe und Objectivität meine Arbeit, wie ich hoffe, ein klares Zeugniss ablegen wird. Er hatte hier es mit einem andern Thier, A. mamillata zu thun und das zweite, das er namhaft macht, A. intestinalis, das, wenn es auch mit meinem Objecte nicht identisch ist, demselben jedenfalls sehr nahe steht, scheint, nach seinen Worten zu schliessen, für die ersten Stadien nicht speciell berücksichtigt zu sein. Ich ziehe aus der Inkongruenz unser beiderseitiger Beobachtungen eben nur den Schluss, dass jener Modus der Bildung der Leibeshöhle nicht so allgemein ist, um denselben als Fundamentalgesetz hinzustellen. — Ich verliere dann, wenn die Darmeinstülpung beginnt, jene Höhle aus den Augen, worauf ich für meine Auffassung nicht weiter Gewicht legen will, und es hebt sich gleichzeitig die äussere Zellenlage an der Oberfläche des Eies durch einen feinen Spalt bestimmter ab von den darunter liegenden Elementen. Wenn ich nun auch annähme, dass durch die Einstülpung jene centrale Höhle bis unter die oberflächliche Schicht verschoben würde, so würde diese Höhle dabei ihre Begrenzung wechseln, sich zwischen den innern Zellen hindurch drängen, um unter die äussern zu gelangen, die vorher nicht die Wand derselben bildeten. Es sind demnach hier bei Beginn der Darmeinstülpung nicht zwei Blätter vorhanden, sondern es liegen Zellen zwischen ihnen, die an der Bildung der zwischen Oberhaut und Darm entstehenden Organe sich betheiligen.

Die Darmeinstülpung. Für diesen Vorgang finde ich Kowalevsky's Schilderung völlig zutreffend, die Abweichungen sind nur durch das Vorhergehende bedingt, dass eben schon innere Zellen vorhanden sind und kein einfacher Doppelsack gebildet wird.

4—5 Stunden nach Beginn der Furchung wird das gefurchte Ei, das in Fig. 7 dargestellt ist, an einer Stelle der Oberfläche napfförmig eingestülpt; diejenigen, bisher oberflächlichen Zellen, die die Einstülpung erfahren, begrenzen jetzt einen sich nach aussen

öffnenden Sack, der rasch bis zum Centrum des Eies vordringt und dort mit seinem blinden Grunde die Stelle einnimmt, die vorher die Furchungshöhle inne hatte. Der eingestülpte Sack soll Darmsack und seine Oeffnung die primitive Mündung des Darmsacks heissen.

Nachdem der Darmsack eine Form und Ausdehnung angenommen, wie die Fig. 8 es zeigt, beginnt nicht etwa bereits eine Verengerung seiner Mündung, sondern Sack und Mündung erweitern sich zunächst, so dass die Gesammtform des Eies sich zu einer hohlen, weit offnen Halbkugel gestaltet, wie die folgende Fig. 9 es darstellt, wobei zunächst von der Furche abgesehen werden kann, die auf der Oberfläche sich zeigt. Die Weite der Mündung ist gleich dem Durchmesser des ganzen Eies und ihre Ränder sind ziemlich scharf. Eine eigenthümliche Erscheinung zeigt sich dabei: das diffuse rothe Pigment, das vor der Einstülpung die innersten Zellen auszeichnet, entwickelt sich jetzt in den Wandzellen des Darmsacks, die, so lange sie oberflächliche Zellen waren, keine Spur davon zeigten, sondern eine grünlich graue Tinction hatten, wie die übrige Oberfläche es noch zeigt. Späterhin beschränkt sich die rothe Färbung ganz genau blos auf die Wand des Darmsacks und kann dabei sehr intensiv werden, wie in Fig. 15. Doch habe ich je nach den Thieren, von denen die Eier stammten, einen Unterschied in der Färbung beobachtet. Im Juli und der ersten Hälfte des August hatte ich blos vorjährige Thiere mit besonders lebhafter röthlicher Färbung des Dotters und dann auch des Darmsacks in dem frühen Larvenstadium, darnach fand ich vorherrschend diesjährige Thiere die in der zweiten Hälfte des August bereits reichlich Eier legten an denen das Pigment mehr einen orangen Ton hatte und an Lebhaftigkeit den früheren nachstand.

Erste Anlage des Nervensystems. Ich habe auf die Ermittelung der ersten Anfänge des sich bildenden Nervensystems besondere Mühe verwandt, weil dieser Vorgang unbestreitbar von cardinaler Wichtigkeit für jede Parallele mit den Bildungsgesetzen anderer Thierkreise ist. Kowalevsky klagt über Schwierigkeiten, die sich bei diesem Puncte der Entwicklung der Ermittelung dessen, was im Einzelnen sich vollzieht, entgegen stellen, und seine Angaben lassen auch den Leser unbefriedigt, die schematischen Zeichnungen seiner Figg. 15, 16, 17, Tab. 1 geben kein Bild dessen, was auf der Oberfläche des Eies wahrgenommen wird. Ich selbst wurde da-

durch namentlich längere Zeit irre geführt, dass er angiebt, das Erste, was man sehe, wäre die Bildung zweier Wülste an der Stelle der Oberfläche, die der primitiven Mündung des Darmsacks entgegengesetzt liegt. Das stimmte nicht mit den Befunden an den mir vorliegenden Eiern. Ueberhaupt sah ich bedeutungsvolle Vorgänge sich vollziehen, die ich als Vorbereitungen der Bildung des Nervensystems anzusehn geneigt war, zu einem viel frühern Zeitpuncte — eine ungefähre Coïncidenz des Entwicklungsganges zwischen meinem und seinem Objecte vorausgesetzt — als seiner Darstellung entsprach.

Wiederholte Beobachtung ganzer Gruppen gleichzeitig gelegter Eier, die im Uhrgläschen unter dem Mikroskope eine ganz gleichmässige Entwicklung einhalten, hat mir über manche Hindernisse hinweg geholfen. Bringt man 50—60 Eier mit der Pipette ins Uhrglas, so geht auch bei geringer Wassermenge, die die Beobachtung unter Obj. 3. Hartnack bequem gestattet, der Process derart synchronisch von Statten, das man im kritischen Momente eine grosse Zahl übereinstimmend weit fortgebildeter Eier in den verschiedensten Situationen vor sich hat und die aufeinanderfolgenden Vorgänge mit Schärfe aneinander reihen kann. Ueberhaupt muss man vom Beginn der Darmeinstülpung an kontinuirlich durch einige Stunden beobachten, um nicht irre zu gehn, denn bis zum Auftreten der Chorda sind die Aenderungen der Gesammtform nicht so prägnanter Art, dass man an einzeln geprüften Eiern das Frühere von dem Spätern sicher zu unterscheiden vermöchte. Es versteht sich von selbst, dass man mit so geringer Vergrösserung nicht ausreicht, aber die Hauptvorgänge lassen sich nach der angegebenen Weise gut erklären.

An meinem Objecte sieht man Folgendes mit aller wünschenswerthen Klarheit: wenn das Ei durch die Darmeinstülpung Halbkugelform angenommen hat und die primitive Mündung am weitesten klafft, zeigt sich am Rande der Mündung eine Kerbe; der im Uebrigen scharfe Rand der Mündung erscheint an einer Stelle winklich eingeschnitten. Auf diese Kerbe führt eine über die Oberfläche vorlaufende Furche hin, als eine Einsenkung der obersten Zellenlage, wie die Fig. 9 es von oben zeigt. Sie erscheint erst als feine Linie und ich kann nicht sagen, ob sie vom Rande der Mündung oder vom andern Ende beginnt, vertieft und verbreitert sich ein wenig, so dass die Ränder sich zu einer Zeit als deutliche Wülste zeigen.

Man wird sie an den Eiern der A. canina nie vermissen, wenn man auf die gar nicht zu übersehende Kerbe des Mündungsrandes achtet. — Dieses Bild ändert sich bald, indem nach dem Erscheinen der Furche die Schliessung der Mündung des Darmsacks sich vollzieht und das Ei wieder der Kugelform sich nähert. Ganz erreicht es diese nicht mehr, denn bevor die Mündung sich geschlossen hat, erscheint die Bildung des Schwanzes und verlängert die Gesammtform birnförmig. Stellt man das Ei so, wie die Fig. 10 es wiedergiebt, dass man eine Seitenansicht der Furche hat, so erscheint es so, als wenn sich die Mündung spaltförmig in jene Furche fortsetzte und es können bei solcher Ansicht falsche Vorstellungen über die Tiefe und Bedeutung der Furche entstehen. Die Ansicht von oben überzeugt aber leicht, dass sie nicht in die Tiefe eindringt, sondern eine flache Rinne darstellt. Nun geht die Schliessung der Mündung des Darmsackes weiter in der Weise vor sich, dass die Furche sich da, wo sie den Rand der Mündung einkerbt, schliesst; Furche und Mündung des Darmsacks werden so von einander getrennt, erstere erscheint nun spindelförmig und die Mündung verengt sich zu einer kleinen Oeffnung, wie es auf dem nächsten Bilde Fig. 11 dargestellt ist, wo bereits andere in der Bildung begriffene Theile hervortreten, der Schwanz mit der Chordaanlage, so dass sich Körpertheil vom Schwanztheil absetzt. Es scheint nach diesem, dass sich bei Kowalevsky's A. mamillata die Furche im Verhältniss zur Schliessung des Darmsacks später bildet und so hat ihn wohl das frühe Verschwinden der Mündung des Darmsacks verhindert, genauer die Lage der Furche zu der Stelle dieser Mündung anzugeben. Wenn ich seine Figg. 13, 14 und 18 zu Rathe ziehe und annehme, dass er dieselben mit Bezug auf das spätere »vorn« und »hinten«, d. h. Kopftheil und Schwanztheil gleichmässig gestellt hat, so würde dasjenige Ende der Furche, das nach der Stelle der frühern Mündung des Darmsacks sähe, das hintere werden, d. h. der Richtung des spätern Schwanzes zugekehrt sein. Ein Blick auf meine Fig. 9, 10 11, die alle nach Embryonen in situ gezeichnet sind, lehrt, dass es sich anders verhält, d. h. das von der Mündung abgewandte Ende der Furche sieht später gegen den Schwanz. Für diese Verhältnisse war mein Object wegen des frühen Auftretens der Furche entschieden günstiger. — Bei allen Differenzen, die im Laufe meiner Untersuchungen zwischen meinen Beobachtungen und Kowalevsky's Angaben sich ergaben, habe ich lebhaft bedauert, nicht durch Ver-

gleichung der Eier verschiedener Arten und Sippen die Breite der Variation in den homologen Vorgängen überblicken zu können. Was mir ausser dem in Rede stehenden Thier zu Gebote stand, half mir dazu nichts. Es war die hier sehr häufige Cynthia rustica, deren völlig undurchsichtige Eier für die Beobachtung der ersten Stadien ganz unbrauchbar sind und ausserdem wenige Exemplare einer Molgula, die, nachdem ich sie erhalten, nur sehr spärlich legten und für meinen Zweck nicht günstigere Eier boten.

Ungeachtet der eben hervorgehobenen Differenz hinsichtlich der relativen Lagerung der Furche zur Schliessungsstelle der Darmsackmündung sehe ich in meinen Beobachtungen eine entschiedene Bestätigung des Wesentlichen in Kowalevsky's Darstellung: eine Furche, die von der oberflächlichen Zellenlage gebildet wird und in der Richtung eines Meridians des Eies verläuft, giebt die erste Grundlage des Centralnervensystems ab. Dass dem so ist, geht abgesehen von andern Gründen, aus dem Ort hervor, wo die Furche liegt und ergiebt sich ganz unmittelbar durch kontinuirliche Beobachtung. Der Embryo von der Form Fig. 11, geht in wenigen, 4—5 Stunden, ohne dass man das Wasser im Uhrglase zu ändern braucht, in die Form der Fig. 12 und 14 über, wo die Furche war, liegt jetzt hart unter der Oberhaut, mit derselben aber intim zusammenhängend die spindelförmige Centralnervenhöhle. Zwischen den Stadien Fig. 11, wo die Furche noch offen ist und Fig. 14, wo eine Höhle mit deutlichen Lumen vorhanden, da liegt ein Zeitpunct, während welches der Einblick in das, was innerhalb des Körpertheiles vor sich geht, erschwert ist. An der Oberfläche sieht man die Mündung des Darmsacks sich schliessen und die Furche verschwinden, so dass die Oberfläche eine kontinuirliche Zellenschicht, ich will sie Oberhaut nennen, ohne irgend eine ausgezeichnete Stelle zeigt. Entsprechend der bisherigen Lage der Furche, ist die oberflächliche Schicht nach innen verdickt und in diesem Wulst kann ich nicht gleich ein Lumen sehen, das erst später deutlich wird. Dann kommt ein Zeitpunct, wo die einzellige Oberhaut sich von diesem einwärts ihr anliegenden Theile löst und da habe ich mehrmals es gesehen und skizzirt, dass die Oberhaut an derselben Stelle brückenartig über eine gegen dieselbe offene Furche hinüber gespannt ist, so dass ich annehme, zu dem Zeitpuncte, wo die Oberhaut sich etwas ablöst, sei darunter noch keine geschlossene Höhle, sondern der Schluss erfolge erst darauf. Diese Vorgänge müssen

aber sehr rasch verlaufen. Deutlich werden die Verhältnisse hier wieder, sobald das geschlossene Lumen auftritt. Nun sieht man von vorne im optischen Querschnitt so klar, wie Kowalevsky es in Fig. 21 wiederzugeben sucht, dass eine einfache Lage von etwas keilförmig verlängerten Zellen die Höhle umgrenzt, deren Wand sich von den Zellen des Darmsacks und der Oberhaut gleich bestimmt unterscheidet; die Zellen des Darmsacks sind grösser und röthlich, die der Oberhaut kleiner, als die Nervenzellen. —

Ich muss hier auf eine Mittheilung Bezug nehmen, die denselben Gegenstand behandelnd, derart abweichende Angaben vorbringt, dass ich gar keinen Anhalt zur Vergleichung finde. Ich meine eine Veröffentlichung von Mecznikow [1]) über die Embryonalentwicklung der einfachen Ascidien, die ebenso fragmentarisch in der Darstellung wie kategorisch in der Deutung, so ziemlich Alles, worauf es bei Kowalevsky's Arbeit ankommt, einfach von der Hand weist. Es heisst daselbst vom Nervensystem, dass dasselbe sich aus einer Zellenportion im Innern entwickele, die von der erst eingestülpten Lage (Darmsack) sich durch eine der Mündung parallele Furche abtheile und Hufeisenform erlange, dann käme eine bedeutende Höhenzunahme des Embryo zu Stande, wobei das hintere Ende gegen das vordere Ende wüchse und gleichen Schrittes damit verlängere sich die hufeisenförmige Zellenportion und nehme ovale Gestalt an. Dann heisst es weiter, dass nachdem mehrere Organe bereits entstanden, sich eine oberflächliche rinnenförmige Vertiefung wahrnehmen lasse, von der aber nicht gesagt wird, ob und in welche Beziehung zum Nervensystem sie zu bringen sei. Sie wird nur kurzweg der Bauchrinne der Arthropoden- und Hirudineenembryonen verglichen. —

Ich kann diese Angaben hier nur notificiren, denn da die Arten nicht angegeben sind, an denen gearbeitet worden ist und von der äussern Form des Embryo's geschwiegen wird, so kann ich mich nicht darüber orientiren, in welchem Sinn die „Höhenzunahme" das „vordere" oder „hintere Ende" zu verstehen sind. Ist unter dem hintern Ende der bereits hervortretende Schwanz gemeint, so bleibt mir unerklärt, wie in dem Stadium der innige Zusammenhang der Nervensystemanlage mit der Oberhaut übersehen werden konnte.

---

1) Bulletin de l'Academ. imper. d. St. Petersburg Tome XIII 1869. pag. 293.

Der Darmsack und seine Mündung. Der durch Einstülpung entstandene Darmsack lässt an den Eiern der A. canina anfänglich nicht scharf erkennen, ob von den innern Zellen, die er bei der Einstülpung verdrängt, sich einige an die eingestülpte Schicht enger anschliessen und in die Bildung der Darmsackwand eintreten. Sobald derselbe, wie im Stadium Fig. 14 in der ganzen Dicke roth gefärbt ist, sieht man die Wand aus mehreren Zellenlagen zusammengesetzt, die sich weiterhin noch vermehren. Das Lumen des Sackes sehe ich zu keiner Zeit ganz schwinden. Diejenigen meiner Figg. die es vermissen lassen, wie 10, 11, sind bei oberflächlicher Einstellung entworfen. Wie die Form der Darmsackzellen sich ändert, zeigen die Figg.

Es wird zum Behuf der ferneren Beschreibung doch erforderderlich Regionen am Ei und Embryo zu unterscheiden. Ohne nun der spätern Deutung von „Bauch“ und „Rücken“ damit vorgreifen zu wollen, möge allgemein die Seite, von welcher die Einstülpung erfolgte, die vordere, die entgegengesetzte die hintere heissen, oben sei durch die Lage der Nervenfurche gegeben. Meine Zeichnungen sind dem entsprechend gestellt, ausser wo eine Aenderung von selbst einleuchtet, wie in der Stellung der Fig. 9. Da durch das Erscheinen der Furche bilaterale Symmetrie sich ausdrückt, so kann noch eine Medianebene unterschieden werden, die also in Fig. 9 durch die Nervenfurche und das Centrum der Mündung des Darmsacks zu legen wäre.

Die Mündung des Darmsacks liegt also ganz median und diese Stellung sehe ich dieselbe einhalten, so lange sie vorhanden; gegen den Schluss rückt sie ein wenig abwärts. Dann schliesst sie sich vollständig. Wenn die Rückenfurche verschwunden ist, sehe ich auch keine Spur jener Oeffnung mehr. Dasselbe sagt auch Kowalevsky,[1]) er verliere sie aus den Augen, noch bevor er die Rückenfurche auftreten sehe und könne sie später nicht mehr auffinden. Er lässt sie aber vor dem Schluss sich ein wenig seitlich verschieben. Wenn er nach Analogie der Vorgänge bei andern Thieren auf Grund eigener Untersuchungen die Möglichkeit sich offen hält, dass die Mündung nur bis zum Unsichtbarwerden sich verengt, und nicht ganz schliesst, so ist er geneigt anzunehmen, dass sie zur Analöffnung wird [2]). Viel bestimmter spricht Meczni-

1) l. c. pag. 6. 7.

2) l. c. pag. 11.

kow [1]) sich in abweichendem Sinne aus, er sagt, er habe die Einstülpungsöffnung nie verschwinden sehen, sondern da persistiren, wo später die Mundöffnung liegt, weshalb er sie für die Anlage des Mundes hält. Ich kann nur wiederholen, dass sie sich bei den Embryonen der canina jedenfalls schliesst. Die spätern embryonalen Stadien (Fig. 14. 15) sind, gegen die frühern gehalten, viel durchsichtiger, die Oberhaut derart beschaffen, dass man eine Oeffnung nicht übersehen könnte, — ich habe nie eine Spur davon wahrgenommen. Die Stelle aber, wo ich die Oeffnung zuletzt erblicke (ungefähr das Stadium Fig. 11) stimmt weder mit der Lage der spätern Mund- noch Afteröffnung, die Mundöffnung liegt oben, hart vor dem Nervensystem, die Afteröffnung ganz lateral, auf der rechten Seite. Voraussendend will ich bemerken, dass man später beide Oeffnungen in ganz übereinstimmender Weise sich in der Oberhaut bilden sieht.

Der Schwanz und seine Organe. Es ist nicht so leicht als man es glauben sollte, zu bestimmen, an welche Region des Embryo von der Form Fig. 9 und 10 der Schwanz sich ansetzt, ich meine es speciell mit Bezug auf die Lage der Einstülpungsöffnung. Es schien mir das für die Vergleichung mit der Wirbelthierentwidlung einerseits, mit Appendicularia andererseits ein Punkt von cardinaler Wichtigkeit zu sein. Bei allen Wirbelthieren, Amphioxus, den Fischen und Amphibien findet darin volle Uebereinstimmung statt. Noch schwieriger, als ich es fand, muss die Feststellung an Eiern sein, wo die Einstülpungsöffnung so früh sich schliesst. Mit Sicherheit kann es nur gelingen, wenn man einen Embryo in der Lage der Fig. 10, bei Profilansicht, unberührt lässt, bis man die Chordazellen sich ordnen sieht. Bei A. mamillata hat das Ei sich schon vorher verlängert und birnförmig gestaltet, das schmälere Ende nennt Kowalevsky [2]) das hintere und sagt, der Schwanz erscheine, indem der Embryo sich an seinem hintern Theile biege, aber die Biegung sei etwas einseitig, es betheilige sich mehr die linke Seite, so dass von der rechten Seite aus gesehn, der Schwanz erst nicht zu bemerken sei.

Ich fand die Richtung, in der der Schwanz hervorwuchs anders, als ich, nach vorheriger Kenntnissnahme älterer Stadien und nach

1) l. c. pag. 296.
2) l. c. pag. 7.

der sich auch mir aufdrängenden Parallele der geschwänzten Larven mit den Wirbelthieren eigentlich erwartete. Ich muss bei der Auseinandersetzung auf die Embryoform Fig. 8 zurückgehn: Durch die Darmeinstülpung werden die innern Furchungszellen aus dem Centrum verdrängt und zwar mehr nach oben und unten, als nach hinten gedrängt. Dann erfolgt oben die rinnenförmige Einsenkung der oberflächlichen Zellenschicht, ich will sagen, der Oberhautschicht, die ebenfalls innere Elemente verdrängt. So sammeln sich mehr Zellen nach der untern hintern Seite an. Möglicher Weise vermehren sie sich da auch durch Theilung, jedenfalls tritt an dem Embryo der Form Fig. 10 diese Region, die hintere untere, durch Zellenanhäufung etwas stärker hervor. Die nächste Erscheinung ist die, dass da zwei viereckige Zellen, die genau an einander liegen, sich vor den übrigen auszeichnen, wodurch, ist schwer zu sagen; sie erscheinen weniger granulirt, aber trotzdem etwas dunkler. Ich kann nun nicht sagen, ob und wie viel Zellen zwischen diesen zwei, die die erste Anlage der Chorda bilden, und der Wand des Darmsacks lagern, in das Centrum kann ich um diese Zeit nicht deutlich hineinsehn. Dagegen sehe ich scharf, dass sie von der Peripherie beträchtlich abstehn, es scheiden sie noch zwei Reihen Zellen von der Oberhaut. Und dieses Verhältniss ist das bleibende, die zwei Reihen Zellen sind die Muskelzellen des Schwanzes. Nun geht es stetig in die Form Fig 11 über, die hintere, untere Region verlängert und verjüngt sich, so dass sie deutlich als Schwanz hervortritt. In ihrer Axe erscheint der Chordastrang als eineDoppelreihe regelmässig an einander gefügter viereckiger Zellen, die an Zahl rasch zunehmen. Die Doppelreihe der Muskelzellen folgt dann nach aussen, die allmälig mit der Vermehrung an Grösse abnehmen. Dasselbe gilt von den Oberhautzellen. Bei A. mamillata verhält es sich nach Kowalewsky in manchen Stücken anders. Der Chordastrang tritt einreihig auf und liegt anfangs näher der Anlage des Nervensystems, als bei meiner Art. Dann erscheinen die regelmässig gelagerten Muskelzellen viel später, die Chorda stösst mit ihrem Ende erst direkt an die Oberhaut. Alles Differenzen die wohl unbedenklich als Artunterschiede aufgefasst werden dürfen. Mecznikow[1]) schildert es mehr in Uebereinstimmung mit mir, er sieht in der Chordaanlage gleich eine Doppelreihe von Zellen, auch zuerst nur

---

1) l. c. pag. 296.

zwei in der Quere aneinander liegende, hat also wohl eine der meinigen hierin verwandtere Art vor sich gehabt, wahrscheinlich A. intestinalis —, ich bedaure das Thier nicht von ihm angegeben zu finden. Eine Differenz mit Kowalevsky's Schilderung aber, die viel wichtiger ist, und die mich beunruhigt, betrifft die Region des Embryo, an welcher der Schwanz auftritt. Es ist diejenige, auf die ich schon bei der Darstellung der Anlage des Centralnervensystems hinwies. Kowalevsky spricht es nicht bestimmt aus, ich schliesse es mehr aus seinen Zeichnungen, dass die Stelle, wo die Mündung der Darmeinstülpung sich schloss, es ist, in deren nächster Nähe der Schwanz entsteht. Das ist also bei A. canina nicht der Fall, wo die Mündung noch deutlich klafft, wenn der Schwanz schon wie in Fig. 11 nicht zu übersehn ist. Es ist, wenn auch nicht der der Mündung entgegengesetzte Pol, so doch die entgegengesetzte Seite von welcher aus schräg nach unten der Schwanz hervorwächst, Nach Kowalevsky wäre eine volle Uebereinstimmung mit dem. gleichen Vorgange bei den Wirbelthieren vorhanden, bei Amphioxus und auch bei Petromyzon, den Knochenfischen und den Amphibien. A. canina weicht hiervon in bemerkenswerther Weise ab. — Auch hierin schliesst meine Beobachtung sich an Mecznikow's an. Es geht aus seiner Angabe, dass die Mündung der Darmeinstülpung zur definitiven Mundöffnung wird, hervor, dass er die Oeffnung jedenfalls nicht an der Seite erblickt hat, wo der Schwanz erscheint, was Kowalevsky's Zeichnungen, wie ich sie verstehe, wiedergeben sollen.

Ich will, um nicht missverstanden zu werden, genauer auf die Parallele eingehn. Gesetzt, das Ei Fig. 10 wäre ein Wirbelthierei, etwa das von Amphioxus, d. h. es befände sich auf dem Stadium der durch Einstülpung entstandenen Hohlkugel mit noch offner Einstülpungsöffnung und es wäre bereits die Rückenfurche wie hier angelegt. Nennen wir nun den Durchmesser, der vom Centrum der Einstülpungsöffnung zum entgegengesetzten Pol gezogen wäre, Axe des Eies, so würde der Schwanz parallel der Axe nach links hervorwachsen und dasjenige Ende der Rückenfurche, das zur Einstülpungsöffnung gerichtet ist, würde hinteres Ende des Nervensystems. Oder man denke sich den Keim eines Fischeies, nachdem derselbe den Nahrungsdotter etwa zur Hälfte umwachsen hat, von diesem abgehoben, wenn bereits die Rückenfurche entstanden ist, so wäre die Uebereinstimmung in der Form mit dem Ascidienei voll-

ständig. Der isolirte Fischkeim stellt eine hohle Halbkugel dar mit weiter Mündung; am Rande der Mündung ginge das obere Keimblatt in das Darmblatt continuirlich über und auf der Oberfläche verliefe die Rückenfurche, wie hier vom Rande der Mündung gegen den entgegengesetzten Pol. Auch beim Fisch wüchse der Schwanz, wenn das Ei gleich dem der Fig. 10 gestellt wäre, parallel der Axe nach links hervor und das der Mündung zugekehrte Ende der Rückenfurche würde hinteres Ende des Centralnervensystems.

Bei A. mamillata wächst der Schwanz zwar nicht parallel der Axe, sondern in einem Winkel zu derselben und zwar asymmetrisch, mehr von einer Seite hervor, aber, das Ei gleich dem in Fig. 10 gestellt, immerhin nach links und es verhielte sich mit dem Nervensystem, wie in den obigen Beispielen. Dagegen nimmt nach Mecznikow's Mittheilung, so abweichend auch sonst seine Darstellung von der Anlage des Nervensystems lautet, dasselbe jedenfalls die Entwicklung, dass das vordere Ende dahin gerichtet ist, wo die Einstülpungsöffnung lag. Und das stimmt mit meiner Beobachtung, denn ich sehe an dem Embryo Fig. 10 und 11 den Schwanz nicht parallel der Axe, sondern in starkem Winkel zu derselben, aber nach rechts und unten hervorwachsen und das ursprünglich der Einstülpungsöffnung zugewandte Ende des Nervensystems wird das vordere. — Der Anlage des Nervensystems an sich ist auf dem Stadium, das Fig. 11 wiedergiebt und auch noch merklich später, wo es eine spindelförmige Höhle bildet, nicht anzusehn, welches Ende das vordere und welches hinteres wird; es ergiebt sich das nur aus dem Verhältniss zum Schwanze, daher ist die Beobachtung der Richtung des Hervorwachsens des Organs von Wichtigkeit. Dass diese Beobachtung ihre grossen Schwierigkeiten hat, ist mir zur Genüge fühlbar geworden, vollends schwierig muss es sein, wo die Einstülpungsöffnung früher verschwindet. Wie überhaupt, so wünsche ich namentlich für diesen Punct eine wiederholte Prüfung durch andere Beobachter an anderen Arten. Jedenfalls variirt die Anlage des Schwanzes schon darin, dass sie bei A. mamillata asymmetrisch erscheint, während sie bei meiner Art genau die Symmetrie einhält. Sollten sich vielleicht noch bedeutendere Differenzen zeigen? Aus den ältern Arbeiten ist darüber nichts zu entnehmen. — Während die Rückenfurche sich schliesst und die Mündung des Darmschlauchs vollständig verstreicht, knickt sich der Schwanz an der dem Nervensystem entgegengesetzten Seite gegen den Körpertheil ein und der

Embryo liegt von nun an gekrümmt innerhalb der Eihaut mit an den Körper herangeschlagenem Schwanze.

Ein solcher Embryo von A. canina Fig. 12 zeigt nun im Speziellen folgende Verhältnisse: Er ist, von oben betrachtet, symmetrisch gestaltet, der Körper ziemlich gleichmässig abgerundet, der Schwanz ein wenig verjüngt. Eine einfache Lage von ziemlich kubisch gestalteten Oberhautzellen bekleidet denselben continuirlich, ohne irgend eine Oeffnung wahrnehmen zu lassen. Die Anlage des Nervensystems, an der obern, durch die erfolgte Krümmung stark konvexen Seite des Embryo gelegen, erscheint als eine nach innen vortretende wulstförmige Verdickung der Oberhaut, die sich bis in die Wurzel des Schwanzes hinein erstreckt; sie grenzt sich scharf und bestimmt von den innern Zellen des Körpers, weniger bestimmt von den Muskelzellen des Schwanzes ab. Im Centrum des Körpers, das röthlich gefärbt ist, schimmert das Lumen des Darmsacks durch, das von mehreren, an Intensität der Färbung nach aussen abnehmenden Zellen umgeben ist, die radiär gegen das Lumen geordnet sind. Der Schwanz zeigt in der Axe die Chorda, die jetzt hell erscheint und aus einer Doppelreihe pellucider Zellen mit deutlichen Kernen besteht. Zwischen dieser und der Oberhaut des Schwanzes lagern in regelmässiger Ordnung zwei Reihen Muskelzellen. Da, wo Schwanz und Körper sich verbinden, sind die Verhältnisse nicht so klar zu überblicken, das vordere Ende der Chorda verliert sich unbestimmter, es liegen da herum Zellen, die von der hintern Wand des Darmsacks nicht zu scheiden sind, zum Theil noch Bildungszellen der Chorda, zum Theil wohl Muskelzellen.

Bald klären sich die Verhältnisse des Nervensystems mehr, es wird ein deutliches Lumen darin sichtbar, die Anlage erscheint als längliche Röhre, deren Wand nun von der Oberhaut getrennt sich zeigt. Nach diesem Stadium ist die Fig. 13 bei der Ansicht von vorn im optischen Querschnitt gezeichnet, die mit einer nach gleicher Situation entworfenen Fig. von Kowalevsky so weit übereinstimmt, als es bei der grössern Durchsichtigkeit seines und der geringern meines Objects nur gewünscht werden könnte.

Das Centralnervensystem ist darnach eine von oben nach unten etwas abgeplattete Röhre, deren Wand aus einer Lage zum Centrum hin sich etwas keilförmig verjüngender Zellen besteht. Die Röhre drängt die Wand des Darmsacks, der sie enge anliegt, etwas ein. Die Oberhaut geht freier darüber weg, so dass zu beiden Seiten

der Nervenröhre ein freier Raum besteht. Unter der Nervenröhre liegt die Darmröhre mit ebenfalls deutlichem Hohlraum; ihrer Wand liegt die Epidermis enge an. Die äusserste, nicht roth gefärbte Schicht des Darmsacks, die man in der Zeichnung gleich unter der Oberhaut sieht, ist ohne Zweifel mit dazu bestimmt, die Zellen zu liefern, die später die geräumiger gewordene Leiheshöhle zwischen Darmsack und Oberhaut anfüllen und aus denen das Herz und die Blutelemente entstehn; sie erscheinen erst am Ende der Larvenentwicklung von der Darmwand gelöst.

Die weitere Entwicklung der Larve. Die wesentlichen Organe, mit denen die Larve beim Ausschlüpfen versehen ist, sind somit in Anlage vorhanden; wir haben nunmehr die weitere Ausbildung dieser Anlagen zu verfolgen, haben aber zunächst noch eine Neubildung zu erwähnen, die Anlage der Haftpapillen: die Oberhaut beginnt am vordern Ende sich zu verdicken, indem ihre Zellen sich vermehren (Fig. 14, k), erst noch rundlich, werden sie im Verlauf länglich, stabartig und schliessen sich wie im geschichteten Cylinderepithel eng aneinander (Fig. 15, k), eine, bei der Ansicht von vorn, rundlich umschriebene Platte darstellend. Aus dieser erheben sich in den letzten Stunden der Entwicklung innerhalb der Eihaut drei Epithelialpapillen, die triangulär, d. h. in den drei Ecken eines Dreiecks gestellt sind, und an der ausgeschlüpften Larve genauer beschrieben werden sollen.

Das Centralnervensystem erfährt jetzt eine Vermehrung der Zellen, die die Wand der Röhre bilden; zuerst tritt eine Verdoppelung an der obern Wand ein, erst später an der untern. Das vordere Ende der Röhre ist bestimmt begrenzt, das hintere Ende nicht; ich kann dasselbe weder jetzt noch später von den Muskelzellen, in die es sich einfügt, trennen. Jetzt sind Nerven- und Muskelzellen ganz gleichartig in Färbung und Form, später, wenn die Muskelzellen spindelförmig geworden, liegt das Ende des Nervensystems zu sehr versteckt, als dass es sich bestimmt wahrnehmen liesse. Jedenfalls reicht es bei den in den Figg. 14 und 15 dargestellten Stadien über das vordere Ende der Chorda hinaus.

Eine Erscheinung am Centralnervensystem, die Kowalevsky beschreibt und zeichnet[1]), habe ich nicht mit Sicherheit auffinden können, das Nachbleiben einer Oeffnung am vordern Ende

1) l. c. pag. 7, Fig. 18—20, d.

des Nervensystems, durch welche die Höhle desselben durch die Oberhaut nach aussen sich öffnet, noch auf einer Stufe, die der von mir in Fig. 14 abgebildeten entspräche. Die Oeffnung wäre nach seiner Auffassung, der ich mich auf Grund der von ihm beigebrachten Beobachtungen nur anschliessen könnte, ein Residuum des Furchenstadiums der Nervenanlage, Einige Mal habe ich an Embryonen, die zwischen der Stufe Fig. 11 und 12 standen, in der betreffenden Gegend eine Lücke in der Oberhaut zu erblicken geglaubt, nachdem sich sonst die Furche geschlossen hatte, aber der Eindruck war undeutlich und es waren zugleich nicht die besterhaltenen Embryonen, die den Anschein darboten. So habe ich es ganz unterlassen, in einer besondern Figur die Oeffnung anzudeuten, denn mehr als eine Andeutung hätte ich nicht geben können. Auf spätern Stufen, wie Figur 14, habe ich nie einen Rest der Oeffnung gesehn.

Nachdem auch die untere Wand der Nervenröhre eine Vermehrung ihrer Zellen erfahren hat (Fig. 15), sieht man an der Innenfläche derselben an zwei Stellen Pigment auftreten, in dem hintern Winkel des spindelförmigen Raumes und an der untern dem Darmsack anliegenden Wand. Ich habe in Fig. 15 den hintern Pigmentfleck angegeben; derselbe ist nicht immer der erst erscheinende, in andern Fällen war's der zweite. Stets aber sah ich es so, dass der Pigmentfleck sich nicht gleich über das Niveau der Innenfläche erhob, sondern anscheinend in dem Innern einer, und darauf sich ausbreitend, mehrerer Zellen der Wand auftrat. Das Erscheinen des Pigments deutet den Beginn der Bildung der beiden eigenthümlichen Sinnesorgane an, die sich in das Innere der Nervenhöhle hinein entwickeln.

Ueber diese und ihre Bildung sagt Krohn[1]) nur wenig aus: der eine Pigmentfleck erscheine in der Mittellinie des Rückens, der andere grössere hinter diesem und mehr seitwärts; lichtbrechende Medien habe er nicht erblicken können, aber die nächste Umgebung der Flecke habe doch ein eigenthümliches optisches Bild gewährt, das er nicht zufriedenstellend zu deuten vermocht. Seine Zeichnung in Fig. 2 giebt die äusseren Umrisse der Organe von der entwickelten Larve recht übereinstimmend mit der Form derselben bei der Larve der A. canina wieder.

Weit mehr ins Einzelne gehn die Angaben von Kowalevsky

---

1) Müll. Arch. 1852. pag. 317.

über die Bildung dieser Sinnesorgane und die gleichzeitig erfolgende definitive Gestaltung des Centralnervensystems. Mit diesen Angaben stehen meine Beobachtungen, — allerdings an einem andern Objecte — vielfach nicht im Einklange, weder was die Form und Ausdehnung betrifft, die das Nervensystem schliesslich erlangt, noch auch hinsichtlich der Gestalt und Zusammensetzung des grössern der beiden pigmentirten Organe. Uebereinstimmung besteht zwischen uns in Auffassung der Form und des Baues des kleinern Organs und der relativen Lage beider.

Ich will Kowalevsky's[1]) Angaben nach dem Text und den korrespondirenden Abbildungen in Kürze voranstellen: Nachdem die Nervenhöhle ringsum geschlossen ist und ihre Wand ziemlich regelmässig aus einer Doppelreihe von Zellen besteht, wird nahe dem hintern Ende eine der innersten Zellen etwas grösser, erhält im Innern Pigment, das sich dann später, nachdem es diese Zelle gefüllt hat, noch über ihre Grenzen ausdehnt und einen scharf umschriebenen, rundlichen, gleichmässig pigmentirten Körper darstellt. Die nächsten Zellen, ebenfalls der innersten Lage angehörig, umgeben dann diesen Körper im Halbkreise und wachsen allmälig stabförmig aus, so dass ein regelmässig gestalteter Stabkranz den Pigmentkörper auf mehr als der Hälfte seiner Peripherie umgiebt. Die radiär genau aneinander schliessenden Stäbe ruhen mit ihrer Basis auf der hintern Wand der Nervenhöhle, während ihre schmälern Enden den Pigmentkörper gleichsam tragen und nur dessen vordere Peripherie frei lassen. — Kowalevsky nennt diesen Stabkranz ein Ganglion, — warum? — das habe ich nicht verstanden. Während diese Bildung vor sich geht, ändert sich die Wand der Nervenblase ihrer Dicke nach, sie wird, bei Zunahme des Hohlraums, vorn ganz dünn, dicker im hintern Theil, so dass sie schliesslich im vordern Abschnitt aus einer einfachen Schicht platter Zellen besteht. An der Bauchseite aber bildet sich eine kleine Erhöhung nach innen aus abgetheilten Zellen und aus diesen tritt dann eine Zelle stärker hervor, wird an ihrem freien, in die Höhle hineinragenden Ende pigmentirt, ihre Basis wird stark lichtbrechend, dehnt sich in einen Stiel aus und so hebt sich ein birnförmiger Körper mit Pigmentkappe aus dem Zellenwulst, dem zweiten Ganglion Kowalevsky's hervor, das ist das zweite kleinere Sinnesorgan. —

1) l. c. p. 8.

Die ganze Nervenhöhle bleibt dabei eine auf den Körper der Larve beschränkte ovale Blase, die von dem vordern Ende der Chorda nicht erreicht wird.

Indem ich die genauere Beschreibung der Sinnesorgane bei A. canina bis zur Schilderung der ausgeschlüpften Larve verschiebe, will ich hier nur die Bildungsvorgänge erwähnen, die ich an meinem Object von der Entwicklungsstufe der Fig. 15 an weiterhin an der Centralnervenanlage beobachte. Wie erwähnt, tritt der Pigmentfleck des grösseren pigmentirten Organs im hintern Winkel der spindelförmigen Höhle auf, ohne in die Höhle hineinzuragen. Eine besondere Gestalt nehmen die Zellen der Wand, die dem Fleck zunächst liegen, nicht an, es bleiben rundliche Zellen, ein Stabkranz fehlt hier vollständig. Der Pigmentfleck dehnt sich nun allmälig über mehrere Zellen aus. Ziemlich um dieselbe Zeit, bald etwas vor dem Erscheinen des hintern Pigmentflecks, bald später entseht der zweite in der dem Darmsack anliegenden Wand der Nervenhöhle. Ich kann hier nun eben so wenig eine gleich Anfangs durch Prominenz oder Grösse ausgezeichnetere Zelle wahrnehmen, in der das Pigment sich zeigt, aber das ist unwesentlicher, denn ich finde Kowalevsky's Angabe hier ganz bestätigt, dass bald ein an der Basis stark lichtbrechender Körper das Pigment als Kappe seines breitern freien Endes in die Höhle hineinhebt. Während das geschieht, ist klar zu beobachten, dass ganz entsprechend Kowalevsky's Schilderung die Höhle geräumiger wird, aus der Spindelform in eine abgerundete Blase sich ausdehnt und im vordern Abschnitt die Wand sich sehr verdünnt, so dass sie schliesslich eine ganz dünne Membran darstellt, aus einer einzigen Lage platter Zellen bestehend. Der hintere Abschnitt der Anlage dagegen zeigt eine lebhaftere Zunahme, er wird massiver und wie schon früh (Fig. 15) sich das hintere Ende bis über den Anfang der Chorda hinausstreckte, wächst es nun allmälig als Strang in den Schwanz hinein zwischen die Muskelzellen desselben. Durch diese Wucherung der Wand im hintern Theil wird auch die Haupthöhle der Anlage (Fig. 16 o.) von hinten her etwas verkürzt, der grössere Pigmentfleck wird, in Vergleich zu seiner ersten Stellung, etwas nach vorn gerückt. Diesen Schwanzstrang des Nervensystems hat Kowalevsky nicht gesehn und seine Figuren sind in dieser Hinsicht so bestimmt gezeichnet, namentlich die spätern Figg. 27, 28, dass nicht wohl angenommen werden kann, er hätte denselben übersehn.

Ehe nun noch die Entwicklung innerhalb der Eihaut beendet ist, beginnt aus dem grössern Pigmentfleck ein stark lichtbrechender Körper hervorzuwachsen, der nicht direct gegen das Centrum der Nervenhöhle gerichtet ist, sondern sich an die Wand anlegt und schräg nach rechts und oben gerichtet ist, so dass er von der linken Seite der Larve her kaum bemerkt wird, dagegen erblickt man denselben von rechts her als abgerundeten Zapfen. Während Kowalevsky desselben nicht erwähnt und auch in den Abbildungen keine Andeutung sich findet, giebt Krohn in seiner Fig. 2 durch einen Strich seine Lage und ungefähre Form an und es stimmt seine Zeichnung auch darin mit meiner Beobachtung, dass seine Fig. 2 ebenfalls die Ansicht von rechts her giebt. Es muss also doch bei A. mamillata sich etwas Entsprechendes finden.

Der Kiemendarmsack ist in seinen Veränderungen kürzer zu schildern. Derselbe bleibt längere Zeit durch seine rothe Farbe ausgezeichnet, die bei verschiedenen Larven von einem mehr kirschrothen Ton bis ins Orangerothe variirt. Ich fand da denselben Unterschied zwischen den Eiern von vorjährigen Thieren, die ich im Juli hatte und diesjährigen, die erst im August zu legen anfingen, von dem beim Dotter des gelegten Eies schon die Rede war; die erstern zeigten das dunklere Roth, die letztern fielen ins Orange. Das Pigment ist ganz diffus und schwindet in den letzten drei bis vier Stunden, die die Larve noch innerhalb des Eies verbringt, während welcher sie Bewegungen von steigender Lebhaftigkeit zeigt. Von dem zuletzt besprochenen Stadium der Ausbildung an geht erst noch eine lebhafte Zellenvermehrung in der Wand des Sacks vor sich, so dass sich dieselbe aus einem vielfach geschichteten Cylinderepithel zusammengesetzt zeigt (Fig. 15). Das Lumen ist spaltförmig.

Zwischen Kiemendarmsack und Nervenhöhle liegt kein interstitielles Gewebe, noch auch isolirte Zellen. Beide Organe stossen mit ihren eigenen Wänden unmittelbar aneinander und lassen sich durch gelinden Druck von einander abheben, wie das in Fig. 15 sich zeigt. — An die Oberhaut, d. h. vorn und unterwärts, legt sich der Darmsack nicht so unmittelbar an, sondern es schalten sich da besondere rundliche, ungefärbte, oder richtiger bezeichnet, nicht rothe Zellen ein, die Bildungselemente des Blutes, wahrscheinlich auch des Herzens und des Bindegewebes, das erst spät nach begonnener Action des Herzens erscheint. Woher diese Zellen stammen,

habe ich nicht befriedigend ermitteln können. Jedenfalls nicht von der Oberhaut, wahrscheinlich aus besondern Zellen zwischen Darmsack und Oberhaut, die aber in frühern Stadien nicht deutlich als besondere Gruppe erscheinen. Ich habe schon oben darauf hingewiesen, dass in den Stadien der Figg. 12 und 13 die äussern anscheinend mit zur Wand des Darmsacks gehörigen Zellen ungefärbt erscheinen; von diesen werden sie wahrscheinlich abstammen. Die intermediäre Schicht, die in der Fig. 8 zwischen Darmwand und Oberhaut liegt, würde darnach die Chorda, die Muskelzellen und diese Elemente des Blutes und des Bindegewebes liefern.

Die Bildung des eigentlichen Darms anlangend, bemerke ich, dass derselbe erst sekundär aus dem bisher beschriebenen geschlossenen Sacke hervorwächst und dass der letztere der Lage und Ausdehnung nach im wesentlichen dem spätern Kiemensacke entspricht. Eingeleitet wird die Darmbildung dadurch, dass die obere hintere Ecke der Anlage blindsackartig auswächst (Fig. 15 m). Dieser Blindsack krümmt sich dann mit seinem Ende nach einer Seite hin, der rechten. Damit ist der Darm vom Kiemensack gesondert. Aber noch fehlen beide Mündungen.

Kowalevsky lässt die Mundöffnung entstehn, indem der Darmsack sich um das Vorderende des Nervensystems aufwärts biegt und dann vordringend die Oberhaut durchbricht. Von der Analöffnung vermuthet er, dass sie nicht neu gebildet wird, sondern die persistirende erste Einstülpungsöffnung sei, aber ohne positive Beobachtungen dafür beibringen zu können, denn auch die Bildung des Darms hat er wegen loser Zellen, die denselben deckten, nicht klar überblicken können. Die Entstehung beider Oeffnungen ist aber an der A. canina sehr deutlich zu beobachten und erfolgt ganz übereinstimmend. An zwei Stellen der Oberhaut bilden sich scheibenförmige Verdickungen, die eine liegt oben, hart vor dem vordern Ende des Nervensystems, die andere weiter nach hinten an der rechten Seite der Larve. Diese Scheiben wachsen nach innen kegelförmig vor und erhalten dabei eine von aussen nabelförmig eindringende Grube. Als hohle, nach innen geschlossene, nach aussen sich trichterförmig öffnende Zapfen legen sie sich respective an die obere Wand des Kiemensacks und das blinde Ende des Darms, es findet Verlöthung und Durchbruch statt. Die Höhlen öffnen sich in einander.

Ich muss hier Mecznikow die Anerkennung aussprechen

dass er die beiden Scheiben ebenfalls gesehn und ihre Bestimmung erkannt hat. Trotzdem bleibt Mehreres an seinen Angaben hierüber unklar. Er nennt sie Bläschen und lässt sie sich nach innen und aussen öffnen. Beide »Bläschen« bezeichnet er als Anlagen der »Kloaken«, da er aber gleichzeitig annimmt[1]), dass die erste Einstülpungsöffnung persistirt und zur Mundöffnung, — das heisst doch Eingangsöffnung zum Kiemensack — wird, so ist nicht zu verstehn, was denn dem betreffenden »Kloakenbläschen«, das selbst wieder erst eine Oeffnung schafft, für eine Bedeutung und Rolle zufallen soll, da es sich hier nur um eine Oeffnung handeln kann, die Oeffnung in der Oberhaut aber hart vor dem Nervensystem, die in den Kiemensack führt, nach aussen von der Mantelschicht gedeckt ist. Mecznikow erwähnt überhaupt gar nicht der Testaschicht und da er von den »Kloakenbläschen« auch nicht aussagt, dass es Bildungen der Oberhaut seien, so fehlt mir der Anhalt zur Beurtheilung seiner Vorstellung von einer zu der angeblich vorhandenen Mundöffnung noch hinzugebildeten »Kloake«.

Es wird von Seiten der Leser vielleicht eine Lücke in den dieser Abhandlung beigefügten Abbildungen empfunden werden penn zwischen den Figg. 15 und 16 fehlen manche Zwischenformen. Es ist hauptsächlich aus dem Grunde unterblieben, diese darzustellen, weil sie einer getreuen Zeichnung, wie sämmtliche übrige es sind, grosse Schwierigkeiten in den Weg stellen. Die ältern Larven nämlich, als die der Fig. 15, schlingen den Schwanz um den Körper, ein- bis zweimal, so dass man stets nur den kleinern Theil des Körpers frei erblickt. Befreit man aber die Larve aus der Eihaut und sucht sie zu strecken, so runzelt sie sich und schnurrt durch den Einfluss des Wassers rasch zusammen. Es ist aber auch andrerseits eine Darstellung jener Zwischenformen für das Verständniss der in jener Zeit eintretenden Veränderungen entbehrlich, da mit Ausnahme von Mund und After und einem eigenthümlichen Entwicklungsprozess am Knorpel der Chorda, von dem die frühern Arbeiten bereits gehandelt haben, keine Entwicklung sich vollzieht deren Richtung und Resultat nicht aus der Vergleichung der beiden Figg. 15 und 16 klar würde. Der Umbildung des Chordaknorpels aus der Doppelreihe viereckiger durchsichtiger Zellen mit Kernen, in einen kernlosen homogenen Achsenstrang mit einer Zellhaut als

1) l. c. pag. 296.

Scheide mag bei Beschreibung der ausgeschlüpften Larve noch eingehender gedacht werden.

Die ausgeschlüpfte Larve. Seitdem Audouin und Milne-Edwards vor 40 Jahren die frei beweglichen Larven der Ascidien entdeckten, sind dieselben vielfach und zwar in wesentlich übereinstimmender Weise geschildert worden. Die Darstellungen betrafen aber fast nur die äussern Verhältnisse. Man hat den durchsichtigen Ueberzug der Larve, die Mantelhülle oder testa, die äussere Form des Körpers und Schwanzes, die Haftorgane und die Pigmentflecke angegeben, über die innere Organisation des Körpers liegen keine, irgend erwähnenswerthe Mittheilungen vor. Selbst ein so scharfer Beobachter, wie Krohn schweigt darüber. Kowalevsky war der erste, der hier Licht brachte und die Herleitung der an dem fixirten Thiere auftretenden Organe aus dem Bau der Larve lehrt. Ich kann mich auch hier, bei der Anatomie der freien Larve darauf beschränken, nur seine Angaben zur Vergleichung heranzuziehen.

Die Larve der A. canina durchreisst die mit den beschriebenen Zotten besetzte Eihaut zwischen der 48. und 60. Stunde nach Beginn der Furchung, nachdem sie vorher durch einige Stunden Streckbewegungen gezeigt hatte, wobei sie die ursprüngliche Eihaut in die Länge dehnte. Sobald sie frei geworden, beginnt sie nicht gleich lebhaft zu schwimmen, sondern liegt erst ziemlich ruhig da. Die Streckbewegungen, die dem Ausschlüpfen vorausgehen, lockern die bisher noch ziemlich aneinander schliessenden gelben Testazellen und es wird dadurch erst die Gallertschicht jetzt deutlicher wahrnehmbar, indem die von einander getrennten Zellen einer nicht flüssigen pelluciden Masse anhaftend erscheinen. Wenn auch vorher schon einige der gelben Zellen zwischen Körper und Schwanz eingedrungen waren, so vertheilen sich doch erst durch die Bewegungen Gallerte und Zellen gleichmässiger um die ganze Larve. Ist die Larve frei, so quillt die Gallerte etwas auf, die Zellen sitzen derselben ganz oberflächlich auf, als klebten sie derselben blos an. Während ich an den Zellen innerhalb der Eihaut keine Spur von Bewegungen wahrgenommen hatte, zeigen sie jetzt solche, sie streken Fortsätze aus, werden sternförmig, ziehn sich kuglig zusammen, kurz es sind exquisit amöboïde Elemente. Die gelbliche Farbe blasst ab, schwindet aber nicht ganz.

Hinsichtlich der äussern Gestalt und Farbe der Larve verweise

ich auf die Fig. 16. Man sieht, dass der längliche Körper der Larve in der Mitte etwas stärker ist, sich gegen den Schwanz zu ein wenig mehr verjüngt, als nach vorn; dreht sich die Larve, oder wälzt man sie durch Schieben des Deckgläschens, so lässt sich konstatiren, dass der Körper ziemlich drehrund ist, eine Abplattung ist in keiner Richtung wahrzunehmen. Auch ist der Schwanz genau in der Axenrichtung des Körpers eingefügt. Eine, wenn auch geringe, doch immerhin nicht zu übersehende Ungleichmässigkeit besteht zwischen der dorsalen (Seite des Nervensystems) und ventralen Fläche. Die Grenze zwischen dem Körper und Schwanz, durch einen leichten Absatz angedeutet, rückt an der dorsalen Seite etwas weiter nach hinten, als ventral[1]). Es ist das durch die Form und Ausdehnung des Nervensystems bedingt. Das Roth der Darmanlage ist verschwunden, die ganze Larve ist mit Ausnahme des pelluciden Axenstranges, leicht gelblich grau tingirt. Der Schwanz ist gleichfalls ziemlich drehrund; der Mantel bildet am hintern Ende keine flossenartige Platte, sondern entspricht überall als gleichmässige Bedeckung der Körperform.

Die Hautdecke wird nur von der, mit Ausnahme des vordern Endes, einfach geschichteten Epithellage der Oberhaut gebildet, eine Bindegewebsschicht darunter ist nicht vorhanden. Am vordern Ende sind die Oberhautzellen stabförmig, mehrfach geschichtet, bilden eine konvexe Platte, auf der die drei kegelförmigen Haftpapillen (k) sitzen. Diese, durchweg Epithelialbildungen, haben am freien Ende einen auf leichter Einschnürung aufsitzenden Knopf, der mehrere kurze, starre, spitze Borsten trägt. Bei A. mamillata sind die Papillen kürzer und sollen nach Krohn[2]) am freien Ende saugnapfartig vertieft sein; bei A. intestin. scheinen nach Kowalevsky's Abbildung die Endknöpfe und Borsten zu fehlen. Zwei Oeffnungen durchbohren die Oberhaut, die Mund- und Afteröffnung (Fig. 16), an den schon früher angegebenen Stellen, die letztern auf der rechten Seite, näher dem hintern Ende. Um beide Mündungen ist die Oberhaut verdickt und sieht man die Oeffnung von oben an, so erblickt man sie von regelmässig radiär gestellten Zellen umgeben. Ich nenne die zweite Oeffnung die Afteröffnung, denn der Hinter-

1) Sehe ich Kowalevsky's Abbildungen 28 und 27 an, die allerdings nur schematisch gehalten sind, so scheint bei A. intestinalis im letzteren Punkte das Gegentheil obzuwalten.

2) l. c. pag. 317.

darm mündet an der Larve direct nach aussen; eine Kloake ist noch nicht vorhanden. Was die innere Organisation des Körpertheils anlangt, so ist zunächst hervorzuheben, dass der Kiemendarmschlauch und das Nervensystem nicht mehr, wie auf der letztgeschilderten Entwicklungsstufe den ganzen Innenraum des Körpers ausfüllen, sondern es ist vorn und unten (ventral) ein freier Raum zwischen dem Kiemensack und der Oberhaut entstanden, eine geräumige Leibeshöhle, die von runden, freien, bald hier, bald da stärker angehäuften Zellen (h) eingenommen ist, die in Grösse und Aussehn mit den Testazellen übereinstimmen, noch keine amöboïden Bewegungen zeigen, die später auch an diesen auftreten. Dagegen ist zwischen Kiemensack und Nervensystem, sowie zwischen diesem und der Oberhaut kein freier Raum. Ebenso ist das hintere Ende von den dort liegenden Organen, Nervensystem, Chorda, Muskeln und Darmwindungen durchaus gefüllt. Dadurch sieht der Körper dieser Larven im Innern ganz anders aus, als Kowalevsky's Abbildungen Figg. 27 und 28 annehmen lassen.

Wesentlich trägt zu diesem abweichenden Bilde eine andere Gestalt des entwickelten Nervensystems bei, als es die von ihm in den eben citirten Figuren dargestellte ist. Er zeichnet und beschreibt eine annähernd sphärische Blase, die ziemlich in der Mitte des Körpers gelegen ist, mit vorn dünnerer, hinten und bauchwärts dickerer Wand, zwischen welcher Blase und dem Schwanze der Darm gelegen ist. Die Larve der A. canina besitzt dagegen ein langgestrecktes, im grössern Theil der Länge solides Nervensystem, dessen vorderes, keulenförmig verbreitertes Ende die geräumige Höhle (o) enthält. Der Strang desselben erstreckt sich ziemlich weit in den Schwanz hinein, das Ende ist nicht scharf zu sehn, doch kann man denselben deutlich so weit verfolgen, um zu konstatiren, dass er um mindestens ebensoviel das vordere Ende der Chorda nach hinten überragt, als dieses vom vordern Ende des Nervensystems absteht. Bis in den Schwanz hinein liegt das Nervensystem hart unter der Oberhaut, das äusserste Ende scheint aber von den Muskeln bedeckt zu werden. Ich bezeichnete den Strang als solide und muss diesen Ausdruck gleich einschränken, denn in der Axe desselben verläuft ein feiner, bei 200facher Vergrösserung aber deutlich erkennbarer Canal (p), der in die vordere Höhle, gleich unterhalb des grössern Sinnesorgans (l) einmündet.

Als Elemente des Nervensystems erkenne ich blos Zellen; kleine rundliche Zellen dicht aneinander gelagert setzen, so weit ersichtlich, die Masse des Stranges zusammen, Fibrillen, oder vom Strange ausgehende Nerven habe ich nicht erblickt, allerdings, ohne im Stande gewesen zu sein, Isolation des Organs vorzunehmen. — Von der linken Seite her betrachtet (wie in Fig. 16) erscheint die vordere Höhle am wenigsten geräumig, von rechts her (Fig. 17) erscheint der Durchmesser von vorn nach hinten beträchtlicher, zugleich erscheint von dieser Seite die Verjüngung des Stranges gleich hinter der Höhle plötzlicher als von der erstern Seite. Die Gestalt des Nervensystems ist also keine ganz symmetrische, die linke Seite ist mässiger entwickelt, als die rechte.

Die Höhle mit ihren Organen bedarf noch einer speciellen Berücksichtigung. Die dünne vordere Wand, von platten Zellen in einfacher Lage gebildet, erhebt sich an der Bauchseite zu einem leichten Wulste, der aus cylindrischen senkrecht gestellten Zellen besteht und das ovale Organ (q Figg. 16, 17) trägt. Dieses ist ein regelmässig ovaler Körper, der mit dem spitzen Ende auf der Oberfläche des Wulstes balancirt, derart, dass seine Axe nach oben und etwas zur rechten Seite hin gerichtet ist. Das breitere, in die Höhle hineinsehende Ende ist bis fast zur Hälfte der Eiform von Pigment gleichmässig und fleckenlos gefärbt, die pigmentfreie Hälfte ist stark lichtbrechend, homogen und glänzend. Die Stellung des Körpers auf dem Wulste kann ich nicht anders bezeichnen, als mit dem Ausdrucke schweben, balanciren. Einen Faden oder Stiel, der zwischen die cylindrischen Zellen hineinragte, kann ich durchaus nicht sehn. Ich habe deshalb mich lange bemüht, Haare zu entdecken, die den Körper schwebend erhielten, aber keine auffinden können, bin gleichwohl überzeugt, dass dies die Weise seiner Fixation ist. Für die Wahrnehmung seiner Haare liegt die Stelle ungünstig am Grunde der Höhle[1]).

Das zweite Organ (l) ist nur von der rechten Seite vollständig

1) Bei der Appendicularia sind meines Wissens Haare bisher im Gehörbläschen nicht wahrgenommen worden. An einer Art, die im Herbste hier zahlreich vorkommt, sind dieselben sehr schön bei schräger Beleuchtung zu sehn. Es sind steife kurze Haare, die radiär auf der Wand des Bläschens vereinzelt stehn und mit ihren freien Spitzen den Otolithen in der Schwebe halten. Sie sind nicht zahlreich, ich habe nicht mehr als 8 zählen können, von denen je 2 immer diametral entgegengesetzt sind.

zu übersehn. Es sitzt der hintern Wand auf und ist zum Theil in die massive Zellenmasse des Stranges eingesenkt. Diese Stelle des Nervensystems ist pigmentirt und das feinkörnige Pigment vertheilt sich in einem gewissen Umkreise, zerstreuter werdend, auf die benachbarten Zellen. Aus dem Pigmente ragt ein breiter, am Ende abgerundeter ebenfalls starklichtbrechender Zapfen in die Höhle vor; derselbe ist nach der rechten Seite gerichtet, er liegt da der dünnen Aussenwand der Höhle an. Die Form des Körpers ist die eines Ellipsoïd von concentrisch geschichteter Substanz. Zwei gleich dicke Lamellen umgeben einen noch stärker lichtbrechenden Kern. — Sieht man die Larve von links, so bemerkt man wenig von diesem Körper wegen der Neigung desselben nach rechts und es kann dann auch die linke Seite seiner Wurzel etwas weiter pigmentirt sein. Derselbe Körper kommt wahrscheinlich auch bei A. mamillata vor, denn Krohn's Abbildung der Larve (Fig. 2) enthält den ungefähren Umriss desselben am hintern Pigmentfleck, wie derselbe sich, bei der Ansicht von oben, der Wand anliegend zeigt. Kowalevsky hat nichts davon bemerkt. Der Stäbchenkranz, den er um den hintern Pigmentkörper in einem Halbkreise geordnet zeichnet, ist bei meiner Larve nicht zu sehn. Möglicher Weise steckt etwas Analoges verborgen im Pigmente.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Enden beider Körper derjenigen Seite zugewandt sind, woher das meiste Licht in die Höhle fällt, weil die Wand derselben hier in grösserer Ausdehnung von dünner Beschaffenheit ist. — Ich habe keinen Grund, Kowalevsky's Annahme zurückzuweisen, dass der erst beschriebene Körper ein Otholith ist, der zweite der Lichtperception dient. Die schwebende Lage des erstern auf einem, einer crista acustica ganz wohl entsprechendem Wulste legt diese Deutung nahe und es mag die vollständige Pigmentirung seines dem Lichte zugekehrten Endes dazu dienen, die Linsenwirkung hier auszuschliessen.

Ebenso wird das Vorhandensein einer geschichteten elliptischen Linse an der zweiten Stelle, die aus dem Pigment hervorragend nach der pellucidesten Wandfläche der Blase gerichtet ist, die Deutung, dass das zweite ein Sehorgan, eher stützen, als beeinträchtigen.

Säuren lösen die Körper nicht auf, machen die Substanz aber etwas einschrumpfen und zwar beide gleichmässig. Ich habe mich vergeblich bemüht, das Pigment durch Salpetersäure zu entfernen.

Kiemensack und Nahrungskanal sind wohl zu unterscheiden. Bei der starken Längenentwickelung, die der vordere Theil der Larve verglichen mit den früheren Stadien zeigt, ist der Kiemensack beträchtlich über das Nervensystem und über die Stelle der Mundöffnung vorgerückt. —

Die dem Nervensystem anliegende Wand des Sackes ist die dünnste. Die entgegengesetzte von der Mundöffnung an, um das vordere Ende herum bis zur untern Fläche erscheint eigenthümlich, nehmlich beträchtlich dicker und aus längern cylindrischen Zellen in mehrfacher Schicht gebildet. Wenn man die Larve in einer andern, als der in Fig. 16 benutzten Lage betrachtet, so dass die Mundöffnung (r) gerade nach oben, oder nach unten gerichtet ist und man die Wand des vordern Theils im optischen Querschnitt erblickt, so gewahrt man, dass in der eben angegebenen Ausdehnung die dem Nervensystem entgegengesetzte Seite des Sackes eine dickwandige Falte bildet, deren Rinne in die Höhle des Sackes sich öffnet. Es ist die später flimmernde Bauchrinne, n Fig. 16 die unmittelbar an der Mundöffnung beginnt.

Der Darm verläuft nicht in einfachem kurzem Bogen vom hintern Ende des Sackes zur rechtsseitigen Afteröffnung, sondern scheint schon ein oder zwei Schlingen zu bilden, zeigt aber noch keinen erweiterten Magen.

Das ist der Bau des Körpertheils der Larve. An dem Schwanze fällt der jetzt gleichmässig hyaline Axenstrang (f) auf, der von einer dünnen Zellenscheide bekleidet ist. Das Gebilde stimmt mit dem gleichen im Schwanze der Appendicularia ganz überein, d. h. es ist bei beiden ein solider Strang von knorpliger Consistenz und kein Hohlraum. Ich stimme darin Kowalevsky ganz bei, gegen Krohn und Mecznikow, die eine hohle (soll natürlich heissen, mit Flüssigkeit gefüllte) Axe annehmen. Beide Theile stützen sich dabei auf die Entwicklung des hyalinen Stranges aus der ursprünglichen Axenanlage des Schwanzes, die alle drei morphologisch ziemlich übereinstimmend beschreiben. Der Entwicklungsgang dürfte allein aber nicht einwurfsfrei entscheiden, ob die Substanz, die zwischen den ursprünglichen Zellen auftritt, eine Flüssigkeit oder von festerer Consistenz ist. Eine Entscheidung für die letztere Auffassung giebt aber ein anderes Verhältniss. Nachdem die Larve sich festgesetzt hat, verschrumpft, wie bekannt, ihr Schwanz, es lösen sich dabei die Muskelzellen und verfetten, der Axenstrang schnurrt

zusammen und wickelt sich im hintern Körperende der Larve knäuelartig auf. Wollte man nun auch der dünnen Scheide den Elasticitätsgrad zusprechen, der ein solches Zusammenschnurren und die Aufwickelung bewirken könnte, so kann man doch weiterhin sehn, dass auch die Scheide sich löst und zerfällt bevor der Axenstrang verschwunden ist. Er liegt dann, dunkel geworden und durch Fettkörnchen granulirt erscheinend, in dem Klumpen, der die übrigen Reste des Schwanzes enthält (f Fig. 18). Daraus schliesse ich, dass derselbe aus hyalin knorpelartiger Substanz besteht.

Gleicherweise muss ich mich für Appendicularia der ursprünglichen von Joh. Müller stammenden Ansicht anschliessen, dass die Axe nicht ein mit Flüssigkeit gefüllter Schlauch, sondern eine halbfeste, nicht zerfliessende Substanz ist. Denn es gelingt die Appendicularia unserer Bucht durch Druck und Hin- und Herschieben des Deckblättchens zu zerquetschen und dabei den Axenstrang bruchstückweise zu isoliren.

Also, der helle Axenstrang ist eine nach Aussehen und Consistenz der Knorpelgrundsubstanz sehr ähnliche Masse.

Ich bemerkte bereits, dass trotz der oben besprochenen Differenz Krohn, Kowalevsky und Mecznikow die Bildung des hyalinen Stranges aus den erst vorhandenen Zellen wesentlich übereinstimmend angeben und ich die Darstellung bestätigen kann. Mag also die Chorda ursprünglich aus zwei Reihen Zellen bestehen, wie bei A. canina und intestinalis (Mecznikow) oder aus einer einfachen Reihe wie bei mamillata (Krohn und Kowalevsky), so tritt gegen das Ende des Eilebens, nachdem beide Pigmentflecke entstanden sind, die spätere Axensubstanz in der Mitte des Stranges in kleinen getrennten rundlichen Portionen zwischen den Zellen auf, bei A. canina genau in der Mittellinie, in den Berührungspunkten von je vier Zellen. Diese getrennten Stücke erscheinen glänzend und stark lichtbrechend und nehmen nun allmälig zu, werden elliptisch und drängen so die in der Längsrichtung auf einander folgenden Zellenpaare aus einander. Endlich confluiren diese neuen Massen in der Mittellinie selbst, erst sich nur punktförmig berührend, so dass man streckenweise einen rosenkranzförmig gestalteten Axenstrang hat, dann vollständig gleichmässig verschmelzend. Der Schwanz ist dabei natürlich stetig gewachsen. Die verdrängten Zellen haben an ihrer Aussenfläche den Zusammenhang unter einander nicht eingebüsst, sondern bilden nun eine geschlossene Scheide aus platten

und in die Länge gezogenen Zellen bestehend, die von der Kante gesehen als lange Spindeln erscheinen.

Ich habe eben descriptiv den Ausdruck gebraucht, dass die neu auftretende Substanz die Zellen verdränge, als wenn sie ausserhalb derselben entstände. Ich muss nun gestehen, dass ich mehr dahin neige anzunehmen, dass hier eine successive vorschreitende Umwandlung der Zellsubstanz selbst, von bestimmten Punkten ausgehend vorliegt, wobei dann nur der Kern der Zellen verdrängt würde, nehmlich in den äusserlich nachbleibenden Rest von Protoplasma hinein, der als Zelle der Scheide persistirt. Was mich zu der Annahme bestimmt, ist, abgesehen von allgemeinen Gründen, die für eine solche Umbildung des Protoplasma selbst sprechen, der Umstand, dass ich einige Mal an einer dergestalt sich umändernden Chorda kleine Partikeln der glänzenden Masse getrennt von den grössern Portionen im Innern der Zellen auftreten sah. — Kowalevsky vergleicht den Vorgang zunächst mit der Umwandlung in der Chorda des Amphioxus und gewiss mit Recht, nach dem zu urtheilen, was er selbst in der Entwicklungsgeschichte des Amphioxus [1]) darüber ermittelt hat. Auch da entstehn die eigentlichen Scheiben, aus denen sich die Chorda beim entwickelten Thiere zusammensetzt, aus kleinen stark lichtbrechenden Partikeln, die gegen einander wachsend zu den Scheiben confluiren. Es wäre nur zu wünschen, dass man über den vorgängigen Bau der Chorda des Amphioxus Bestimmteres wüsste, um den Vergleich detaillirter ausführen zu können. Nach Kowalevsky besteht sie erst aus einer Reihe grosser Zellen, dann aus kleinen Zellen, darauf aus einer homogeneren hellen Innenmasse und einer kernhaltigen Membran als Scheide und es sollen stärker lichtbrechende Anfänge der spätern Scheiben in dieser homogenen Innensubstanz auftreten. Liesse es sich nun nachweisen, dass diese vorausgehende homogene Substanz direkt aus der Verschmelzung der Zellen entstünde, dann wäre die Uebereinstimmung noch viel vollständiger. Wie dem nun aber auch sei, das, was wir über die Bildung der Chorda dieser Larve wissen, genügt vollkommen, um dieselbe auch histogenetisch der Wirbelthier-Chorda zur Seite zu stellen. Eine Doppelreihe von Embryonalzellen tritt in der Axe des Embryo auf, erst noch aus körniger Dottermasse bestehend, dann klärt sich das Zell-

1) Memoires d. l'Acad. d. St. Petersbourg VII. Serie Tme XI. 1868.

protoplasma, die Körnchen verschwinden, es wird durchsichtig und die Zellen sind dabei rectangulär geworden. Nun tritt von der Mitte aus eine Umbildung der Zellen auf und es differenzirt sich das Gebilde in eine helle festweiche Axensubstanz und eine Zellscheide — wer sähe darin nicht eine Reihe von Processen, die man einem beliebigen Wirbelthierembryo, dessen Entwicklung noch nicht bekannt, unterlegen könnte, ohne im Entferntesten Ueberraschung bei den Embryologen zu erwecken!

Das vordere Ende der Chorda stösst fast unmittelbar an die Darmwindung. Muskeln scheinen dieses Ende nicht zu umgreifen. Die äusserste Kuppe bekleidet eine stärkere Portion der Scheide.

Die Muskeln beginnen noch innerhalb des Körpertheils gleich vom Anfang der Chorda; nur zwischen dem Nervenstrange und der Chorda habe ich keine Muskeln gefunden. Sonst bekleiden sie die Chorda ringsum in meisst doppelter Lage, eng der Chordascheide aufliegend. Es sind lange Spindeln, die mit den Enden über einander liegend, sich recht fest verbinden. Bei der späteren Verkümmerung des Schwanzes sieht man bisweilen halb verfettete Spindeln isolirt und von der Chordascheide gelöst, daliegen. Dann, also an solchen mit Fettgranulis durchsetzten Muskelspindeln, habe ich eine durch die Anordnung der Fettgranula bedingte Querstreifung einige Mal erblickt. An den frischen ist es mir nicht gelungen.[1]) Das ist der Bau der freischwimmenden Larve von A. canina.

Rückblick auf die Ergebnisse. Fasse ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen zusammen, so erscheint es fast müssig, den Ausspruch weiter zu rechtfertigen, dass alle die Verhältnisse auf die Kowalevsky den Anschluss der Wirbelthiere an die Ascidien gründet, durch den Entwicklungsgang der A. canina nicht blos als durchaus stichhaltig sich ergeben, sondern dass die Abweichungen, die ich im Einzelnen hervorgehoben, die Vergleichspunkte nicht unwesentlich erweitern. Ich fasse die Cardinalthatsachen hier noch zusammen:

1) Es bildet sich ein Axenskelett des nach der Weise seiner Entstehung aus einer Doppelreihe innerer Zellen, und nach den Aenderungen die an dieser Anlage sich vollziehn, indem sie sich in

---

1) Sehr schön sehe ich die schon von Gegenbaur angegebene Querstreifung an den Muskeln unserer Appendicularia.

eine hyaline, knorpelig elastische Axe und eine Scheide von zelligem Bau sondert, der Chorda dorsalis der Vertebraten homolog gesetzt werden darf, so lange sich nicht aus dem Verhältniss zu den übrigen Organanlagen Gegengründe ergeben. Solche liegen, soweit die bekannten Thatsachen reichen, meines Erachtens nicht vor, denn

2) die zwei Hauptorgansysteme des Larvenkörpers, Darmschlauch und Centralnervensystem nehmen ein Lageverhältniss zu der Skelettaxe ein, das demjenigen bei den Wirbelthieren entspricht, indem diese Axe dieselben zum Theil factisch trennt, zum Theil in der gedachten Verlängerung zwischen beiden hindurchgehn würde. Man darf mithin die Seite, auf der das Centralnervensystem liegt, die dorsale, die andere die ventrale nennen. — Es fällt in die Augen, dass A. canina in diesem Verhältnisse eine höhere Stufe einnimmt, als A. mamillata, bedingt durch die vorgeschrittene Entwicklung des Centralnervensystems, die zur Folge hat, dass die hintere strangförmige Hälfte desselben über der Chorda liegt. Der Darmkanal zwar liegt mit der kurzen Schlinge, die er bildet, nicht thatsächlich unter der Skelettaxe, aber unter ihrer ideellen Verlängerung.

Wie am Nervensystem, so tritt auch am Darm bei A. canina (und intest) im Vergleich zu A. mamillata ein Fortschritt in der Annäherung an den Typus der Wirbelthiere hervor: der After mündet nicht dorsal aus, sondern deutlich lateral. Erweckt das erstere Verhältniss ein ernstes Bedenken gegen die Berechtigung einer Unterscheidung von dorsaler und ventraler Seite, so schliesst sich das letztere enge an Amphioxus an und der Anschluss gewinnt ein erhöhtes Interesse dadurch, dass bei Amphioxus während der Entwicklung ein Fortrücken des Afters ventralwärts sich vollzieht.

Die prononcirt dorsale Stellung der Mundöffnung, — die selbstverständlich nicht entfernt mit demselben Gewichte gegen eine Parallele mit dem Vertebratentypus verwerthet werden könnte, als eine dorsal gelegene Afteröffnung —, darf nicht ausser Zusammenhang mit dem am vordern Ende entwickelten specifischen Haftapparate beurtheilt werden. Durch diesen wird die dorsale Lage der Mundöffnung bedingt.

3) Die Entstehungsweise, Form und Lage des Centralnervensystems bieten Verhältnisse, die über alles Erwarten der Parallele sich günstig erweisen. Ich brauche hierbei nur auf die ausführli-

chen Auseinandersetzungen im Text zu verweisen und bemerke blos noch, dass die blasige Entwicklung des Vordertheils, die strangförmige Gestalt der hintern Hälfte, der feine Centralkanal in der letztern, der sich in die Höhle des Vordertheils eröffnet, eine Scheidung in Hirn- und Rückenmarkstheil so nahe legen, dass man fast Anstand nimmt, es noch besonders auszusprechen. Ich mache mich anheischig, diese Verhältnisse Jedem zu demonstriren, der im Juli oder August ein Paar Tage der Gelegenheit opfern will, sich eine auf Autopsie basirte Ueberzeugung zu verschaffen.

4) Die enge Verbindung von Kiemensack und Darmkanal, die aus einer Anlage entstehn, die im Wesentlichen sich zur vorn gelegenen Kieme entwickelt, während aus der hintern Wand der Darm sich als Blindsack hervorbildet. — Andere haben es bereits ausgesprochen, dass sich hierdurch Anschlüsse nur nach zwei Seiten hin ergeben, nehmlich an Balanoglossus einerseits und die Vertebraten andererseits.

5) Die Beziehung der Muskulatur zur Skelettaxe, deren Scheide die Insertionspunkte bietet.

Auf Grund dieser Thatsachen darf, und zwar von A. canina im höhern Grade als von A. mamillata, ein Anschluss der Vertebraten an die einfachen Ascidien sowohl nach der Genese, als nach den Lageverhältnissen der Hauptorgansysteme für dargethan gelten.

6) Das Blutgefässsystem und Bindegewebe stehn in ihrer Bildung bei der Larve völlig zurück. So fehlt denn auch eine Cutislage und es fehlt jede häutige Umhüllung des Nervensystems sowohl wie des Nahrungskanals, membranae reunientes, im allgemeinsten Sinne genommen, sind nicht vorhanden.

7) Als eine durchaus eigenartige Bildung, die bisher noch ohne Analogon dasteht, erscheint die Gallerthülle mit den sie durchsetzenden amöboïden Zellen, den primär vorhandenen Elementen derselben. Sie darf nicht als ein Product der Follikelzellen (Granulosazellen) aufgefasst werden, sondern entsteht aus einer vor der Befruchtung bereits sich organisirenden peripheren Schicht des Dotters, die darnach vom Hauptdotter sich abhebt, indem die Gallerte zwischen beiden erscheint. — Ich habe im Texte für dieselbe mich der Bezeichnungen »Testa« oder »äussere Mantelschicht« bedient, weil es die geläufigen sind. Es wäre jetzt angebracht, diese, unzutreffender Vergleichung entlehnten Ausdrücke aufzugeben und statt

deren eine Bezeichnung zu wählen, die sich dem Wortgebrauche nach von aller Analogie fernhielte und das unmittelbar vorliegende Verhältniss wiedergäbe. Ich schlage dafür den Ausdruck »Hülse« vor, der sich ja, ohne der Latinität Zwang anzuthun mit »Tunica« übersetzen liesse, so dass der eingebürgerte Klassenname nicht alterirt würde.

II. Die Bildung der Ascidie.

Gegenüber Krohn's Arbeit und den ältern bilden Kowalevsky's Untersuchungen und die vorliegenden auch für die Beurtheilung der Metamorphose einen neuen Abschnitt. Die Metamorphose erscheint nach Richtung und Umfang eine andere, nachdem wir erfahren haben, dass, mit Ausnahme des Herzens, der Gefässe und der Geschlechtstheile, die Organe bereits in der Larve ausgebildet sind und das Nervensystem sogar auf einer ungeahnt hohen Entwicklungsform sich darstellt. Der tractus intestinalis entsteht nicht erst nach der Anheftung, wie Krohn's [1]) Darstellung es annehmen lässt, sondern ist schon in der freischwimmenden Larve vorhanden, gegliedert in Kiemensack und Darm, zeigt Mund- und Afteröffnung und enthält bei A. canina auch bereits die Bauchfurche als ventrale Falte. So vollziehen sich bei der Metamorphose viel weniger Neubildungen und es erfolgen dagegen die Rückbildungen in weit ausgedehnterem Masse, als man bis dahin annehmen konnte. Es verkümmert nicht blos der Schwanz mit der Chorda und Stammmusculatur, sondern es verkümmert auch ein Centralnervensystem, das in Hirnblase und Rückenstrang gegliedert ist und einen in die Hirnblase mündenden, durch den Rückenstrang verlaufenden Canal enthält. Die Metamorphose ist eine wesentliche regressive, indem die animale Seite der Organisation der Rückbildung verfällt und die progressiven Vorgänge nur eine Weiterbildung der im Wesentlichen bereits differenzirten Systeme der vegetativen Sphäre betreffen. Da während dessen die Gestalt zugleich derartige Verschiebungen erfährt, dass es schwer fällt, die Regionen am Körper der jungen Ascidien auf die entsprechenden des Larvenkörpers zu beziehen, werden alle Verhältnisse verwischt, auf die sich der Anschluss der

1) l. c. pag. 323.

Klasse an die Vertebraten gründen liess und es bleibt als einziger Rest jener Verwandtschaft die Verbindung der Kieme mit dem Nahrungscanal übrig.

Indem ich an die Darlegung der Metamorphose bei unserm Thier herangehe, bedaure ich vorausschicken zu müssen, dass mich meine Kenntniss des Vorganges selbst lange nicht befriedigt. Ich will nicht sagen, dass das Object der genauern Feststellung mancher wichtigen Punkte, die ich zunächst unerledigt lassen muss, unüberwindliche Hindernisse in den Weg legt, im Gegentheil, ich halte es für günstiger als A. mamillata, nachdem, was ich durch Krohn's und Kowalevsky's Angabe über dieses Thier erfahren habe, aber die Beobachtungszeit verstrich für mich grösstentheils während der viele Schwierigkeiten darbietenden Untersuchung der Entwicklung innerhalb der Eihaut, und ich opferte der genauern Erkenntniss des Bildungsganges des Nervensystems die Gelegenheit, die junge Ascidie befriedigend zu verfolgen und zu zeichnen. Immerhin wird man im Nachfolgenden manche Erweiterung des bisher Bekannten finden.

Die junge Ascidie bis zum Erscheinen des Herzens. Die Verkümmerung des Schwanzes ist von Milne Edwards[1]) Krohn[2]) Kowalevsky[3]) im Wesentlichen übereinstimmend beschrieben. Es löst sich der Axenstrang der Chorda mit Scheide- und Muskelbeleg aus der Gallerthülse und zieht sich in den Hintertheil des Larven-körpers zusammen, in dem man noch eine Zeit lang den Axenstrang erhalten sieht. Nach Milne Edwards wird dann die leere Gallerthülse bei Amauroecium prolifer. abgestossen.

Der Vorgang macht bei A. canina den Eindruck einer rasch vor sich gehenden Fettentartung der Muskeln und der Scheide, wobei der Zusammenhang der Elemente gelockert wird, und der Axenstrang in Folge der Lockerung der umgebenden Theile zusammenschnurrt. Erst sieht man am äussersten Ende die Muskeln granulirt und undurchsichtiger, dann lösen sich die einzelnen Spindeln von einander und werden wieder rundlich; in derselben Ausdehnung zieht sich die Chorda spiralig oder wellig zurück. Das schreitet nun stetig gegen die Wurzel des Schwanzes fort. Dabei folgt die

---

1) Mémoires de l'Instit. T. XVIII. Paris 1842 pag. 247.

2) l. c. pag. 319.

3) l. c.

Oberhaut, sich runzelnd nach und bisweilen auch gleich die Gallerthülse. In anderen Fällen bleibt die Hülse leer zurück und zieht sich nachträglich ein. — Eine Abschnürung und ein Abfallen derselben habe ich nicht beobachtet. Es gewinnt vielmehr durch ihre Einziehung die Tunica um den ganzen Körper an Mächtigkeit. Der Klumpen ist erst dunkel, grünlich grau, allmählich sieht man grössere Fetttropfen darin und endlich wird er ein gelber Körper, aus kugeligen Portionen Fett maulbeerförmig zusammengesetzt.

Wenn derselbe ursprünglich, wie in Fig. 18., das dadurch verbreiterte Hinterende voll ausfüllt, umgiebt ihn die gefaltete und collabirte Oberhaut, die der Einziehung folgte, ganz locker und bildet abstehend unregelmässige Lücken. Das gleicht sich aber bald aus.

Während dieses Processes hat die Larve sich fixirt, zwei von den Haftpapillen verschwinden sehr rasch, die Anheftung wird durch eine derselben vermittelt. Aber auch diese hat das Endknöpfchen mit den Borsten eingebüsst und ist etwas breiter und abgerundet geworden (k).

Das ganze Vorderende des Thieres hat sich aber dabei beträchtlich verlängert und zugleich verschmälert und stellt eine geräumige, von den runden Zellen in wechselnder Menge eingenommene Höhle dar.

Das Centralnervensystem ist in voller Rückbildung begriffen. Es verliert an Umfang, büsst die Höhle ein und die beiden pigmentirten Organe lösen sich von ihrem Standpunkte. Der verschmälerte Rückenstrang läuft noch bis in den Klumpen des verkümmerten Schwanzes und senkt sich in denselben. Dieser Collapsus leitet sich ein durch eine Abplattung der prall gespannten Hirnblase, sie büsst die Flüssigkeit ein, die die Höhle ausfüllte, die vordere und ventrale Wand sinken ein. Am Darmsystem vergrössert sich der Kiemensack, wird viereckig, verjüngt sich aber doch nach dem hintern Ende hin so allmählich, dass der Uebergang in den Schlund ohne bestimmte Grenze ist. Dagegen wird die Magenerweiterung (Fig. 18) deutlich und setzt sich durch doppelte Knickung von Oesophagus und Darm ab.

Das Thier nach der Bildung des Herzens. Genaueres über die erste Bildung des Herzens kann ich eben so wenig, als Krohn und Kowalevsky angeben und wiederhole nur, was schon bekannt, dass es sich sammt dem Pericardium aus einem Haufen

der in der Leibeshöhle, — dem freien Raum zwischen Oberhaut und Darmsystem — befindlichen Zellen, ventralwärts vom Kiemensack bildet. Es entspricht in seiner Lage dem hinteren Ende der Bauchfurche und ist daselbst der Wand des Kiemensacks intim angeheftet.

Ich wähle nun zur genauern Beschreibung ein Thier, an dem das Herz im durchsichtigen Pericardium bereits lebhaft pulsirt (Fig. 19) Die Bildungsvorgänge, die sich mittlerweile vollzogen, werden sich aus der Vergleichung dieser Form mit der früheren leicht ergeben.

Eine Veränderung, die für die Untersuchung sowohl Vortheile als Nachtheile im Gefolge hat, ist die, dass die Form nicht mehr eine walzenförmige, sondern seitlich abgeplattete ist. Man kann das Thier nicht mehr beliebig drehn, sondern nur von 2 Seiten untersuchen, da es sich nicht auf die Kante stellen lässt. Von der rechten Seite her (Fig. 19) lässt sich aber ein befriedigender Einblick in die wesentlichen Verhältnisse erlangen.

Lagert man das Thier so, dass die Stellung der in Fig. 18 entspricht, und sieht von der Gallerthülse ganz ab, so bemerkt man zunächst, dass der Vordertheil des Körpers, der in die Haftpapille (k) ausläuft, sich zu einem langen, hohlen und verschmälerten Stiel ausgezogen hat, dem der übrige Körper, in die Quere gereckt und relatif verkürzt, ansitzt, die Mundöffnung (r) ist, auf die Regionen der Larve bezogen, dorsalwärts stark hervorgetreten, wie überhaupt der ganze Kiemensack nach dieser Richtung hin sich ausgedehnt hat. Der Mundöffnung und nicht, wie früher, der Haftpapille (k) entgegengesetzt liegt der den Rest des Schwanzes enthaltende Fettklumpen g; es hat aber am Hintertheil zugleich eine Drehung stattgefunden und eine Verschiebung der Organe, bedingt durch die Längenentwicklung des Darms und die Erweiterung, die der Kiemensack im hintern Theile erfahren. Die Drehung ergiebt sich am besten aus der veränderten Stellung des Darms. Von der rechten Seite sind jetzt blos der Oesophagus (m) und der auch schon früher in (Fig. 18) als Erweiterung sichtbare Magen (v) zu erblicken, der Darm ist ganz nach links versetzt, so dass die vorher in Mitten der rechten Seite gelegene Afteröffnung nach links verschoben wird. Diese Verschiebung der Form und Versetzung der Theile geht nun noch weiter in diesem Sinne fort und man wird den Uebergang der Form der Fig. 19 in die ausgebildete Ascidienform der Fig. 21 am

leichtesten sich vorstellen, wenn man die erstere Form sich in der Weise gereckt denkt, dass die Mundöffnung, r, der Haftpapille, k, diametral entgegengesetzt wird und Magen, v, sowie Fettklumpen, g, in die Basis des hohlen Stiels rücken.

Daraus folgt dann weiter, dass man die Bezeichnungender Regionen am Larvenkörper, die ja auf das Lageverhältniss der Organe zum Centralnervensystem bezogen wurden, nicht auf diese Zwischenformen und gar auf die ausgebildete Form übertragen kann, ohne Verwirrung anzurichten und den Verhältnissen Zwang anzuthun. Denn denkt man sich an dem Thier, das sich eben angeheftet, die ursprüngliche Körperaxe, die vom vordern Haftende der Larve zwischen Centralnervensystem und Darmanlage hindurch in die Chorda verliefe. im Raume fixirt, und lässt nun alle Veränderungen um diese fixe Axe vor sich gehn, so finden folgende Versetzungen statt: die Mundöffnung wird von der dorsalen Seite an das hintere Ende versetzt, die Afteröffnung rückt von rechts nach links, die Anlage der Bauchfurche wird dorsal verlegt und das Centralnervensystem wird sogar ventral verschoben, wie klar ersichtlich, sobald man sich in Fig. 19 die Mundöffnung der Haftpapille direct entgegengesetzt stellt; und das ist thatsächlich die nächst zu beobachtende Veränderung.

Es ist sicherlich zweckmässig für die ausgebildeten Tunikaten Bezeichnungen der Regionen zu wählen, die, ganz abgesehen von den embryonalen Verhältnissen, nur das im Auge haben, eine homologe Lagerung möglichst vieler Formen behufs der Vergleichung ausführen zu können und so einen übereinstimmenden Gang der Beschreibung zu ermöglichen. Die passendste Lagerung scheint mir die zu sein, die Keferstein[1]) durchzuführen versucht hat und von der Leuckart bei der Beschreibung der Salpen ausgeht, wobei die Seite, an welcher der Endostyl liegt, als die untere gilt und das Vorderende durch die Lage der Kiemenöffnung bestimmt wird; der Nervenknoten liegt dann oberhalb der Kiemenöffnung. Bei dieser Uebereinkunft fände also für Ascidia Forb. in Vergleich zu den embryonalen Verhältnissen derselben nicht blos eine Umkehr von »vorn« und »hinten«, sondern auch von »oben« und »unten« statt, da beim ausgebildeten Thier (Fig. 21) der Endostyl (Bauch-

1) Bronn. Classen und Ordnungen. III. Bd. I. Abth. Pag. 211. Tab. XVIII.

furche) an der Seite liegt, die an der Larve das Centralnervensystem einnahm. — Fassen wir nun die Veränderungen, die am Kiemensacke vor sich gegangen sind, specieller ins Auge.

Zunächst ist zu bemerken, dass die Mundöffnung (r) sich zu einem Sipho ausgezogen hat, der relatif weit ist und sich nach aussen geöffnet hat. Das Wasser kann bereits eintreten. Den Moment des Durchbruchs der Gallerthülse habe ich nicht beobachtet. Dieselbe umgiebt wallartig die Oeffnung und haftet rings um dieselbe der Oberhaut fest an, so dass sie bei der bereits erfolgenden Schliessung und Oeffnung des Sipho, den Bewegungen passiv folgt.

An mehreren Stellen sind Flimmercilien aufgetreten, so liegen innerhalb des Sipho auf einem ringförmigen Wall zwei nahe an einander gerückte Flimmerkreise, die an der jungen Ascidie der Fig. 21 auf den beiden Linien an der vorderen Einschnürung des Sipho sich wieder finden und mit der Stelle zusammenfallen, die später den Tentakelkranz trägt. Dann folgt weiter rückwärts, am Eingange zur eigentlichen Kiemenhöhle ein dritter Kreis, der den »Flimmerbögen« der Autorn entspricht und unterwärts mit dem vordern Ende der Bauchfurche (n) zusammentrifft; derselbe zeigt sich am Sipho des jungen Thieres, Fig. 21, als die hintere Einschnürung.

Es ist bisher immer von der Anlage der Bauchfurche die Rede gewesen, und insofern mit Recht, als diese Anlage in einer aussen vortretenden Falte der Wand des Kiemensacks bestand, die in der Nähe der Mundöffnung beginnend, längs der dem Nervensystem entgegengesetzten Seite des Kiemensacks verlief und deren Rinne frei mit der Höhle des Sackes communicirte. Allmählich legen sich die Ränder der Rinne an einander und schliessen so eine ausserhalb des Kiemensackes gelegene Röhre ab, die nur vorn, hart vor den eben erwähnten Flimmerbögen gegen den Sipho hin offen ist (s. d. Fig.). Die Cilien der Flimmerbögen setzen sich in die Röhre hinein fort. Gegen den hintern Grund des Kiemensacks scheint sie zugespitzt und blind zu endigen. *Die ganze Anlage bildet also zunächst den Endostyl.*

Nachdem sich die Furche durch Aneinanderlegen ihrer Ränder zur Röhre des Endostyls geschlossen hat, vollzieht sich ein Vorgang, ähnlich dem bei der Bildung des Rückenmarks der Wirbelthiere. Wie sich dort die Oberhaut von den sich vereinigenden Rückenwülsten abhebt, so trennt sich auch hier die innere Lage der Wand

des Kiemensacks von der Röhre des Endostyls. Man sieht in Fig. 19 diese abgelöste Lamelle von den Flimmerbögen an continuirlich bis zum Eingange in den Oesophagus verlaufen. So kommt der Endostyl ausserhalb des Kiemensackes zu liegen, an den er immerhin angeheftet bleibt.

Diese Bildung des Endostyls stimmt durchaus mit der eingehenden Beschreibung, die Leuckart von dem Organ bei den Salpen giebt, wonach dasselbe kein plattes solides am Boden der Bauchfurche gelegenes Band ist, sondern einen Kanal enthält, der durch eine dünne Lamelle vom Boden der Bauchfurche, also von der Kiemenhöhle geschieden ist, hinten blind geschlossen zu sein scheint und vorn mit den Flimmerbögen zusammenhängt. Dagegen schildert Hancock[1]) an den Ascidien (speciell A. venosa) den Endostyl wieder als einen platten derben Balken am Grunde der von zwei Falten der »lining membrane« (inner tunic. Huxley) begrenzten Bauchfurche. Eine solche offene Furche an Stelle des geschlossenen Canals könnte einfach als niedere Entwicklungsstufe angesehen werden, findet sich aber bei A. canina nicht, sondern auch da ist ganz entsprechend der Entwicklung eine dünne Lamelle vorhanden, die die Furche des Endostyls zum Canal schliesst und vom Boden der Bauchfurche trennt.

Wie aber diese Bauchfurche selbst sich bildet, muss ich unentschieden lassen, wahrscheinlich so, dass sich die Seitenwände des Endostylkanals gegen die untere nunmehr ganz dünne Wand des Kiemensacks erheben und diese so zur Rinne gestalten.

Weiterhin geht aus den geschilderten Verhältnissen hervor dass die allgemeine Annahme, als gehöre der Endostyl zu den ausserhalb des Kiemensacks gelegenen Geweben und als wäre die Wand des Kiemensacks unten gespalten, durch die Entwicklungsgeschichte der A. canina keine Bestätigung erhält. Denn auch da, wo etwa Bauchfurche und Kanal des Endostyls zusammenfielen, ist das nicht der Fall, indem der Endostyl durchaus eine Bildung des ursprünglichen Epithels des Kiemensacks ist.

Krohn's[2]), treffliche Darstellung der Bildung der Kiemenspalten (Fig.19 x. x.), des Binnenraums zwischen Kiemensack und zwei-

1) On the Anatom. and Physiol. of Tunicata. Linnean Societ. Journ. Zool. pag. 329.

2) l. c.

ter Leibesschicht (chambre thoracique Milne Edwards), der Kloake und namentlich seine eingehende Schilderung der Entwicklung des Gefässsystems, giebt bereits so befriedigende Aufschlüsse über alle diese Vorgänge und schliesst sich dem bisher hier Dargelegten so gut an, dass eine Ergänzung nur in Einzelheiten von minder erheblicher Bedeutung erfolgen könnte. Ich ziehe es vor, diese im Zusammenhange mit einer speziellen Anatomie und Histiologie unseres Thieres später zu geben und will hier nur wenige Bemerkungen anfügen: Kowalevsky[1]) ist jedenfalls im Irrthum gegenüber Krohn, wenn er bei der Bilgung der Kiemenspalten angiebt, dass an der Stelle ihrer Entstehung die Wand des Kiemensackes mit der Epithelialschicht (Oberhaut, nach meiner Bezeichnung, zweite Leibesschicht Krohn's) verschmelze und die Eröffnung unter die Gallert-Schicht erfolge. Das ist ganz undenkbar. Dann läge ja die chambre thoracique ausserhalb des eigentlichen Thierkörpers und die Kloake würde dann von der Gallerthülse gebildet. Es lässt sich an A. canina auch leicht konstatiren, dass die Eröffnung nur unter die Oberhaut erfolgt. Verbindungen zwischen Kiemensack und Oberhaut sind allerdings schon mehrfach da, vermittelt durch ein Bindegewebe, das einmal den Darm bekleidet und dann sich zwischen Oberhaut und Kiemensack ausbildet und die Blutbahnen vom Kloakenraum trennt. Dieses Bindegewebe ist die tunique interne von Cuvier, die lining membrane von Hancock, die inner tunic von Huxley.

Das Blut fluctuirt bereits bei A. canina in Folge der Herzaktion vor der Bildung der Kiemenspalten und zwar frei unter der ganzen Oberhaut. Es besteht aus pellucider Flüssigkeit und jenen mehrfach erwähnten runden, amöboiden Zellen (h), die von den Zellen der Gallerthülse gar nicht zu unterscheiden sind. Man sieht sie sowohl im hohlen Stiel als auch an dem Fettkörper (g) und am Nervensystem vorüberschwanken. Allmälig wird nun ein Theil der Zellen längs den Wänden der Räume, in denen sie sich bisher bewegten, fixirt, es nimmt die Menge dieser aus der Circulation tretenden Zellen zu und sie bilden so die Umgrenzung der beschränkteren Blutbahnen. Wenn die Eröffnung der Kiemenspalten erfolgt sind bereits bestimmte Blutbahnen da, und das aus den Kiemenspalten tretende Wasser wird sich in anderen Bahnen bewegen.

---

1) l. c. pag. 15.

Fig. 19 und 20 zeigen den Darm um diese Zeit an zwei ziemlich gleich entwickelten Thieren. Die Mündung des Oesophagus am oberen hinteren Winkel des Kiemensacks ist trichterförmig und weit, der Magen ein geräumiger runder Körper, der Darm legt sich unter den hinteren Theil des Kiemensacks und zieht nach links zum After (Fig. 20). Anlagen der Leber und der Geschlechtstheile sind noch nicht vorhanden. Fig. 21 ist in einer der Fig. 19 entsprechenden Stellung gezeichnet und zeigt ganz dieselbe Lagerung des Nahrungskanals, an dem blos die mit der Ausbildung der Kloake Schritt haltende Längenzunahme des Hinterdarms sich bemerklich macht.

Die Bildung der Kloake ist hier nicht so klar zu überblicken, wie Krohn es von A. mamillata schildert, wo die zwei durch Entfernung der »zweiten Leibesschicht« von dem »Athemsacke« entstandenen Hohlräume mit ihren beiden Oeffnungen gegen einander rücken und verschmelzen. An dem Thiere, das in Fig. 20 von der Seite gezeichnet ist, die die Auswurfsöffnung enthält, weil beide Oeffnungen auf dieser Stufe sich nicht von einer Seite überblicken lassen, strömte das Wasser bereits regelmässig aus. Trotzdem reichte der Darm so nahe heran, dass er mit dem Epithelialkranz, der die Oeffnung umgab, verbunden schien. Es mussten also am Grunde des kurzen Sipho zwei Oeffnungen sein, die Darmöffnung und der Zugang zum Kloakenraum, in dem der Enddarm liegt, oder mit andern Worten, der Darm inserirte sich nicht ringsum an den Epithelialkranz des Sipho, sondern nur an eine Seite desselben — ein Verhältniss, das später deutlich wird, nachdem der Sipho länger geworden ist, während der Darm zurückbleibt und das wohl von vorn herein bei der Larve bereits vorhanden ist, ohne dass die Beobachtung es dort konstatiren konnte.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. VIII, IX, X.

In allen Figg. die sich auf die Larvenentwicklung beziehen, bedeutet vorn die Region, an welcher die erste Einstülpung, Darmeinstülpung, auftritt, die Region entspricht dem mit den Haftpapillen versehenen Vorderende der entwickelten Larve. Oben bedeutet die Region, in der das Centralnervensystem entsteht und verbleibt. Hinten und unten bedeutet selbstverständlich die diametral entgegengesetzten Regionen.

Die äussere Mantelschicht oder Testa (test der Engländer, tunique externe von Cuvier und Milne Edwards) wird im Folgenden als Tunica bezeichnet, das Epithel des eigentlichen Körpers der Larve als Oberhaut.

Fig. 1. Junger Eierstocksfollikel mit Ei.
- α. membrana propria des Follikels.
- β. abgeplattete Follikelzelle (Follikelepithel)
- γ. gelblicher, bereits krümlicher Dotter füllt den Follikel nicht ganz aus.
- δ. Keimbläschen, pellucide, ohne deutliche Membran.
- ε. Keimfleck.

Fig. 2. A. Aelterer Follikel.
- α. ε. wie oben
- γ. Periphere Schicht des Dotters, körnchenfrei und radiär gestrichelt.
- ζ. starklichtbrechende Kerne der Follikelzellen
- η. die von den Follikelzellen gegen den Dotter abgeschiedene Eihaut

Fig. 2. B. Follikelzellen nebst Eihaut stärker vergrössert. Inhalt der Zellen blasig zerklüftet, die äusseren Blasen verlängert und regelmässig geordnet. Buchstaben wie Fig. 2. A.

Fig. 3. Die in Fig. 2. A. radiär gestrichelte peripherische Schicht des Dotters hat sich zu den Zellen der Tunica entwickelt.
- ϑ. Zellen der Tunica, sonst wie Fig. 2. A.

Fig. 4. Reifes Ei aus dem Oviduct vor der Befruchtung. Keimbläschen verschwunden.
- β. Follikelzellen zu den Zellen der Eihaut entwickelt.
- ϑ. Die gelben Zellen der Tunica bilden eine gleichmässige Capsel an der Innenfläche der Eihaut. Man sieht im Bilde in die Tiefe dieser Capsel hinein, da der Dotter von derselben absteht. Der Zwischenraum ist ganz pellucide.

Fig. 5. Befruchtetes, gelegtes Ei mit zwei, aus der Theilung eines vorhergehenden entstandenen Kernen.

Fig. 6. Zwei Furchungskugeln mit nierenförmig sich einschnürenden Kernen.

Fig. 7. Ei am Ende des Furchungsprocesses.
- a. Furchungshöhle.
- η. ϑ. wie oben.

Fig. 8. Die Einstülpung des Darmsacks hat begonnen.
- b. Darmsack.
- c. Mündung der Darmsackeinstülpung.

Fig. 9. Durch die Einstülpung ist das Ei eine hohle Halbkugel geworden. Ansicht von oben. c. wie in Fig. 8.
d. Furche des Centralnervensystems, e. Zellen der Oberhaut.

Fig. 10. Etwas älteres Ei im Profil.
c. Die Mündung der Darmsackeinstülpung beginnt sich zu verengen.
d. e. wie in 9.

Fig. 11. Embryo mit hervorsprossendem Schwanze, von der linken Seite gesehen.
c. Die Mündung der Darmsackeinstülpung ist stark verengt, und ganz getrennt von der noch offenen Furche des Centralnervensystems.
f. Chordaanlage aus einer Doppelreihe von Zellen bestehend.
g. Muskelzellen des Schwanzes.

Fig. 12. Aelterer Embryo in derselben Lage.
b. Der jetzt ganz verschlossene Darmsack.
d. Anlage des Centralnervensystems, ebenfalls geschlossen.
e. f. g. wie in 9 und 11.

Fig. 13. Weiter entwickelte Stufe, der Embryo ist im optischen Querschnitt bei der Ansicht von vorn gezeichnet; der obere Kreis giebt den Querschnitt des Körpertheils, der untere den Querschnitt des Schwanzes.
d. Die Anlage des Centralnervensystems, eine von einfacher Lage keilförmiger Zellen gebildete Röhre.
b. Darmsacklumen.
Seitlich zwischen dem Centralnervensystem und der Oberhaut freie Räume der im Uebrigen noch nicht sichtbaren Leibeshöhle.
e. f. g. wie 9 und 11.

Fig. 14. Aelter als der Embryo in Fig. 13.
α. Centralnervensystem, von der Seite gesehen, eine spindelförmige Höhle, die Zellen an der obern Wand verdoppelt, unten noch einfach. Muskelzellen verdecken das vordere Ende der Chorda. Darmsack b, von doppelt geschichteter rother Wand umschlossen.
h. Kleine Zellen, die den Darmsack im vordern Theil umgeben, später die Leibeshöhle füllen und grösstentheils Blutzellen werden.
k. Verdickung der Oberhaut am Vorderende, als Anlage der späteren Haftpapillen.
β ϱ η ϑ e. f. g. wie oben.

Fig. 15. Embryo von der rechten Seite gezeichnet. Die Zellen der Tunica dringen zwischen Schwanz und Körpertheil ein. Die Wand des Centralnervensystems ist gleichmässig verdickt. Das hintere Ende desselben ragt zwischen die Muskelzellen des Schwanzes hinein.
l. Pigmentirte Zelle aus der ein Sinnesorgan entsteht.
m. Derjenige Winkel des Darmsacks, aus dem der Darm im engern Sinne sich bildet, während die bisherige Anlage wesentlich zum Kiemensack sich gestaltet.

Fig. 16. Reife ausgeschlüpfte Larve, wie in Fig. 14 von der linken Siete gezeichnet.

ϑ. Zellen der Tunica, meistens noch an der Oberfläche der Gallerte gelegen.

c. Oberhaut.

b. Kiemensack.

r. Mundöffnung.

m. Darm.

n. Anlage der Bauchfurche.

s. Durchschimmernde Afteröffnung, die sich auf der rechten Seite befindet.

k. Haftpapillen.

h. Runde Zellen in der Leibeshöhle, die zum Theil Blutzellen werden.

d. Centralnervensystem.

o. Haupthöhle desselben.

p. Centralcanal durch den strangförmigen Schwanztheil des Nervensystems verlaufend.

l. q. Sinnesorgane, die in die Haupthöhle hineinragen.

f. Hyaline Chorda.

t. Zellen der Chordascheide.

g. g. Muskelzellen.

Fig. 17. Das Nervensystem von der rechten Seite gesehen. c. Oberhaut der Rückenseite.

b. Kiemensack an der Bauchseite.

o. Haupthöhle ist im vordern Theil ganz dünnwandig.

l. q. Sinnesorgane.

p. Durchschimmernder Centralkanal.

Fig. 18. Larve nach der Anheftung mit verkümmerndem Schwanz und Centralnervensystem von der rechten Seite gezeichnet.

k. Verbreitete Haftpapille, mit der die Larve festsitzt.

h. Blutzellen in der geräumigen Leibeshöhle.

r. Mundöffnung.

n. Flimmernde Bauchfurche.

b. Kiemensack.

m. Darm.

s. Rechtsmündender After.

d. Centralnervensystem.

f. Zusammengeschnurrte Chorda dorsalis.

g. Muskelzellen in Verfettung.

c. c. Oberhaut, zum Theil blasig emporgehoben.

Fig. 19. Junge Ascidie mit pulsirendem Herzen und flimmernden Spaltöffnungen in der Wand des Kiemensacks, von derselben Seite gezeichnet wie die Larve in Fig. 18.

m. Vorderdarm (Schlund).

u. Schlundöffnung im Kiemensack (b.)
v. Magen.
w. Herz im Herzbeutel.
x. Flimmernde Spaltöffnungen.
Die übrigen Buchstaben wie oben in Fig. 16 und 18 also
r. Eintrittsöffnung des Kiemensacks (Mundöffnung).
g. Fettklumpen als Rudiment des Schwanzes etc.

Fig. 20. Ein ungefähr eben so weit entwickeltes Thier, von der andern Seite, um den Hinterdarm zu zeigen, der in der Lage der Fig. 19 nicht sichtbar ist.
y. Hinterdarm.
s. Oeffnung des Kloakensipho.
z. Ein Retractionsmuskel.

Fig. 21. Junge Ascidie in vollständig entwickelter Form, circa 1 Cm. lang.

Fig. 22. Ascidia canina in natürlicher Grösse.
In beiden.
r. Eintrittssipho.
s. Kloakensipho.

Fig. 23. Die Geschlechtstheile der Ascidia canina in situ.
v. Magen.
i. Darm.
s. Afteröffnung.
t. t. Hoden.
o. Ovarium.
o v. Oviduct und vas deferens, nebeneinander in gemeinschaftlicher Scheide liegend.

Die Figg. 22 und 23. sind in natürlicher Grösse entworfen.

Fig. 21. bei ungefähr 8maliger Vergrösserung, Fig. 17 und Fig. 2 B bei 300facher, alle übrigen bei 200facher Vergrösserung (Hartnack, Syst. 5 Oc. 3).

Bemerkungen über die Ganglienkörper der Grosshirnrinde des Menschen.

Von

Dr. Rudolf Arndt.
Privatdocenten in Greifswald.

Hierzu Taf. XI.

In meinen »Studien über die Architektonik der Grosshirnrinde des Menschen« [1]) habe ich wiederholentlich die Angabe gemacht, dass der Spitzenfortsatz der Ganglienkörper der Hirnrinde, mit Ausnahme derer des Ammonshornes stets unverästelt sei. Meynert [2]) trat diesen Angaben entgegen und erklärte dass die reiche Verästelung dieses Fortsatzes in der gesammten Hirnrinde zu den auffälligsten Thatsachen gehöre. Neue Untersuchungen meinerseits angestellt konnten mir indessen nicht die Ueberzeugung verschaffen, dass diese Behauptung gegründet wäre. Ob ich gehärtete Präparate untersuchte oder Zerzupfungspräparate durchmusterte, immer nur bekam ich ungetheilte Fortsätze zu sehen, oft von riesiger Länge, über das ganze Gesichtsfeld ragend, und wo wirklich einmal eine Theilung vor sich zu gehen schien, da konnte leicht durch verschiedene Manipulationen nachgewiesen werden, dass dieselbe keineswegs unzweifelhaft war, sondern gar oft auf Täuschung beruhte. Kurz anstatt durch die Meynert'schen Angaben, an welche sich dann noch ein weit entwickeltes Schema knüpfte, in meiner Meinung irgendwie wankend gemacht worden

---

1) Dies. Arch. Bd. III. IV. V.

2) Vierteljahrsschrift f. Psychiatrie Bd. I. Hft. 3—4. p. 382. Anm.

zu sein, wurde ich vielmehr durch die ihnen folgenden Untersuchungen in derselben bestärkt. Da kam aber Max Schultze[1]) und erklärte dasselbe in Jodserum-Präparaten gesehen zu haben, was Meynert beschrieben hatte, und bald darauf zeigte mir M. Roth getheilte Spitzenfortsätze in Präparaten, die er durch Behandlung mit Ueber-Osmium-Säure hergestellt hatte. Endlich trat auch noch Koschewnikoff[2]) gegen meine Angabe auf und so waren denn alle Forscher, welche sich eingehender mit der Untersuchung der Grosshirnrinde beschäftigt hatten, gegen mich vereinigt. Ich stellte neue Untersuchungen an; es wollte mir nicht gelingen auch nur ein einziges Mal eine unzweifelhafte Theilung des fraglichen Fortsatzes zu entdecken. Immer bekam ich dieselben längst gewohnten Bilder zu Gesicht, jene langen, zierlichen, oft glänzenden Stiele, welche vom Ganglienkörper geradlinig ober geschwungen ausgingen und jäh abgebrochen endigten oder sich allmählig verfeinernd in der körnig faserigen Substanz verloren. Zuletzt gelang es indessen auch mir, die Theilung und Verästelung des Spitzenfortsatzes aufzufinden, zugleich aber noch einige bis dahin unbekannte Verhältnisse zu entdecken, die ich hier mitzutheilen gedenke.

Das Gehirn, an welchem ich die zu beschreibenden Befunde machte, und das ganz anderen Zwecken dienen sollte, war aus Versehen in Spiritus gelegt worden und hatte in demselben etwa 24 Stunden gelegen. Nachdem es danach der makroskopischen Besichtigung unterlegen und Behufs derselben nicht vollständig zerschnitten, sondern nur durch grössere Einschnitte, welche einen Einblick in sein Inneres gestatteten, gespalten worden war, kam es in eine 2% Lösung von doppeltchromsaurem Kali zu liegen und erhielt sich in dieser bis zum zwölften Tage der Art, dass es in einzelnen Theilen eine ganz vorzügliche mikroskopische Durchforschung erlaubte. Es waren nämlich auf dem eingeschlagenen Wege mehrere Vortheile erreicht worden, welche ich früher bei einer methodischen Präparation nicht hatte erzielen können und die mir erst jetzt recht auffällig wurden. Denn Erstens war die starke Aufquellung vermieden worden, welche kleinere Hirnstücke in dün-

1) In S. Stricker's Handb. d. Lehre v. d. Geweben. Leipzig 1869 I. p. 133.
2) Dieses Arch. Bd. V. p. 374.

nen Lösungen der Chromsäure oder ihrer Salze in den ersten zwei bis drei Tagen erfahren und die, wie mir jetzt scheint, für die Erhaltung zarter Verbindungen nicht gerade förderlich ist, sehr oft wohl aber gerade das Gegentheil bewerkstelligt, zu Lockerungen und selbst zu Zerreissungen führt und dadurch wahrscheinlicher Weise es auch mit sich gebracht hat, dass früher ich überall die direkte Verbindung vom Spitzenfortsatze mit seinen Aesten vermisste und überall nur Lücken und Spalten zwischen denselben erblickte. Zweitens war in den tiefer gelegenen Partien der Hirnrinde, von welcher die Pia mater nur stellenweise abgezogen worden war, also in den Intergyriis, die zu rasche Erhärtung verhindert worden, welche in einer verhältnissmässig so starken Lösung, wie der angewandten schon nach wenigen Tagen eintritt, jede ordentliche Isolirung versagt und von Ganglienkörpern nur Torsi herauszulösen gestattet. Endlich Drittens war unter dem Einflusse der verhältnissmässig starken Lösung des chromsauren Kalis und wahrscheinlich auch unter der vierundzwanzigstündigen Einwirkung des Alkohols es erreicht worden, dass nicht sobald der Zerfall der Gewebe eintrat, wie das mir sonst bei kleineren Hirnstücken und dünnen Lösungen der conservirenden Flüssigkeit so überaus leicht widerfahren ist, und was jeder weiteren erspriesslichen Untersuchung Einhalt that. Kurz es war möglich geworden, vom vierten oder fünften Tage an aus dieser oder jener Hirnrindenpartie Präparate zu erhalten, welche alle meine Erwartungen übertrafen und Isolirungen von Ganglienkörpern erlaubten, wie sie vielleicht besser bis jetzt nicht erreicht worden sind. Dünne Schnitte des halb macerirten Gehirnes, die durch möglichst senkrechte Züge auf die Längsachse des Gyrus gewonnen worden waren, wurden in der Conservirungsflüssigkeit nur mässig zerzupft und hauptsächlich durch methodischen Druck unter dem Mikroskope bearbeitet. Auf diese Weise gelang es die vorhandene Masse, ohne sie zu sehr zu quetschen, ganz und gar aus einander zu treiben und in hinreichender Anzahl Ganglienkörper mit wohl erhaltenen Fortsätzen aus ihr frei zu machen.

An solchen Ganglienkörpern, welche aus den verschiedensten Gegenden der Hirnrinde herstammten, konnte ich nun sehen, dass in der That der Spitzenfortsatz sich verästelte, allein nicht mit der Gesetzmässigkeit und Regelmässigkeit wie das namentlich von Meynert angenommen wird. Meistens tritt die

Verästellung erst sehr spät auf, nachdem der Spitzenfortsatz schon einen weiten, oft rückläufigen Weg zurückgelegt hat (Fig. 1. 8. 9). Nur in einigen wenigen Fällen schien er mir auch unmittelbar, oder doch sehr bald nach seinem Abgange vom Körper, Aeste abzugeben, (Fig. 3. 5. 9. 12 d), und fast ebenso selten fand ich ihn dichotom getheilt, d. h. seine Aeste gleich stark (Fig. 1. 3. 8. 9). Ungleich häufiger dagegen sah ich ihn als Stamm weiter verlaufen und gelegentlich ein dünnes, mehr oder weniger langes Aestchen abgeben, (Fig. 5. 9. 12 b. d) und am öftersten sah ich ihn unverästelt weiter ziehen, sich allmählig verdünnend und verlierend ohne auch nur irgendwo ein Zweiglein entsandt zu haben (Fig. 2. 7 f. g. 12 a). Höchstens hafteten ihm kleine Fädchen an, wie sie die körnig-faserige Substanz bilden helfen, und ob diese mit ihm organisch verbunden waren oder nur zufällige Anhängsel bildeten, konnte ich nicht entscheiden (Fig. 4. 10). Sehr regelmässig aber schien mir dieser unverästelte Verlauf des Spitzenfortsatzes sich bei allen kleineren Ganglienkörpern, also vornehmlich denen der dritten und vierten Schicht zu finden (Fig. 7 a. g. 12 a. c) obschon auch unter ihnen sich einzelne grössere fanden, die Ausnahmen zu bilden schienen (Fig. 12 b u. d).

An diesen Aestchen und dünnen Zweiglein waren bei manchen grösseren Ganglienkörpern mit derberem und stärkerem Spitzenfortsatze Appendices zu unterscheiden, welche ein ganz anderes Verhalten an den Tag legten. Es waren dies kurze Wimperhärchen ähnliche Gebilde, welche mit breiter Basis mehr oder weniger rechtwinkelig dem Fortsatze aufsassen und nach kurzem Verlaufe äusserst spitz zu enden schienen, ein Umstand, der um so mehr zu bemerken ist, als die wirklichen Aestchen eine ganz andere Endigungsweise erkennen liessen (Fig. 3. 9).

Was nun diese letztere betrifft, so ist sie die des Spitzenfortsatzes überhaupt. Nachdem derselbe sich nämlich durch Abgabe von Zweigen oder auch ohne diese ganz allmählig verschmächtigt hat, löst er sich anscheinend in äusserst feine Fädchen auf, welche sich in der körnig-faserigen Substanz verlieren und, wie ich glaube, mit ihr ein und dasselbe Gewebe ausmachen. (Fig. 2. 5. 7. d u. f). In vielen Fällen schien er sich in der Nähe eines Kernes zu verlieren oder mit der körnig-faserigen Substanz, in welche derselbe eingebettet lag, zusammen zu hängen; doch war es mir nicht möglich, den faktischen Zusammenhang zu erweisen (Fig. 7 g. 8. 12 a.

d. 13). Einmal sah ich sogar das verfängliche Bild, das ich unter Fig. 10 wieder zu geben versucht habe. Der Spitzenfortsatz eines grossen und der Basalfortsatz eines kleinen Ganglienkörpers begegneten sich in der körnig-faserigen Substanz, welche einen in der Mitte liegenden Kern umgab. Anastomosirten sie da? Oder war der Kern mit seinem Protoplasma der Ort, wo sie auf sonst eine Art in Verbindung traten? Oder aber war die Begegnung nicht vielleicht blos darum möglich, weil sich der Kern gerade dort befand und für die gegenseitige Lage der beiden Fortsätze einen Halt bot? Ich bin geneigt das Letztere anzunehmen, gerade so wie ich auch geneigt bin den Zusammenhang des Spitzenfortsatzes mit einem Kerne, dessen vorhin Erwähnung gethan wurde, auf solche Verhältnisse zurückzuführen, weil ich wohl gesehen habe die Elemente der Fortsätze nach den Kernen hin ausstrahlen, aber nicht wahrnehmen konnte, dass ein directer Zusammenhang mit dem Protoplasma der Kerne stattfand. Um indessen hier nicht vorzugreifen enthalte ich mich jedes weiteren Urtheils und führe blos das an, was ich gesehen habe und zur Zeit darüber denke. Doch möchte ich daran erinnern, dass in der Hirnrinde des Erwachsenen kaum andere nervöse Zellen vorkommen, als solche, welche schon die Umwandlung in Ganglienkörper durchgemacht haben, dass fötale Zellen mit einem anscheinend ungeformten Protoplasma sich nicht mehr darin finden dürften, sondern dass alle denselben ähnliche Gebilde eher als Kunstproducte, d. h. durch die Maceration zerstörte Ganglienkörper, zu betrachten sein möchten [1]), und dass es da sehr wohl möglich ist, dass der Spitzenfortsatz eines tiefer gelegenen Ganglienkörpers sich mit der aufgefaserten Belegungsmasse eines höheren mechanisch so verweben kann, dass ein organischer Zusammenhang zwischen beiden zu bestehen scheint. Wenn man die dichte Lagerung der kleinen Ganglienkörper der dritten und vierten Schicht bedenkt, wenn man auf der beigegebenen Tafel sieht, dass es vornehmlich solche kleine Ganglienkörper sind, welche mit Kernen in Zusammenhang zu stehen scheinen, dann gewinnt eine solche Auffassung nur noch an Wahrscheinlichkeit. Doch mag es auch immerhin geschehen, — und ich halte es nicht für undenkbar —, dass eine Anzahl fötaler Nervenzellen auf der einmal erlangten Entwicklungsstufe stehen

1) Vergl. dies. Arch. Bd. III. p. 467.

bleibt, sich nicht in Ganglienkörper umwandelt, sondern als Kerne, die von einem körnig-faserigen Protoplasma umgeben sind, als die Waldeyer'schen Kornzellen, weiter existiren. Und da wäre es allerdings auch sehr wohl möglich, dass der Spitzenfortsatz eines tiefer gelegenen Ganglienkörpers aus solchen Kornzellen entspränge resp. sich sammelte und dass er da, wo er eine reiche Verästelung zeigt, somit auch ein Convolut von Fäserchen darstellt, welche von verschiedenen Zellen abstammen. Die Meynert'sche Annahme von der Bedeutung der Ganglienkörper und ihrem Verhalten unter einander wäre dann bis zu einem gewissen Grade gerechtfertigt und ein Angriff auf sie verfrüht gewesen. Doch auch die Waldeyer'sche Ansicht[1]) nach welcher bei einem Theile der centralen Ganglienkörper zwischen ihren feinsten Fortsätzen und den aus ihnen entspringenden Nervenfasern Kornzellen eingeschaltet sind, gewinnen hierdurch an Boden und verdiente von Neuem einer eingehenden Prüfung unterworfen zu werden. Es ist auch gar nicht zu leugnen, dass Bilder, wie sie Fig. 7 g. 8. 12a-d darstellen, sehr zu Gunsten der beiden Hypothesen sprechen; aber diese Bilder sind doch nicht beweisend. Der organische Zusammenhang zwischen Ganglienkörper und Kern ist nicht erwiesen, das Vorhandensein solcher Kornzellen nicht dargethan und Bilder, wie sie Fig. 2. 4. 5. 7 d u. f zum Theil 13 zeigen, in denen die Auflösung des Spitzenfortsatzes in körnig-faserige Masse ganz deutlich beobachtet werden konnte, sprechen bis jetzt geradezu dagegen.

Wie dem nun aber auch sein mag, so viel steht dem Vorausgeschickten nach wohl fest, dass der von mir vermuthete Uebergang des Spitzenfortsatzes in eine Nervenfaser, wenigstens in der angenommenen Weise und Ausdehnung nicht existirt. Ob er unter noch zu erforschenden Verhältnissen nicht dennoch vorkommt, muss dahin gestellt bleiben. Das aber lässt sich jetzt schon sagen, dass ein blosses Glänzend-Werden des Spitzenfortsatzes, mit dem sich zugleich eine grössere Starrheit desselben und ein erhöhtes Vermögen das Licht zu brechen verbindet, keineswegs für eine nähere Beziehung desselben zu einer Nervenfaser spricht. Auch die dunkelen Ränder, welche er bei einer gewissen Stärke so häufig zeigt, und hat vorher eine Tinktion mit Karmin stattgefunden, auch der

---

1) Waldeyer, Untersuchung über d. Ursprung u. d. Verlauf d. Axencylinders u. s. w. Zeitschrift f. rat. Medic. Bd. XX. p. 221 und 237.

rothe Streif in seiner Mitte sprechen nicht im Geringsten für seinen Uebergang in eine Nervenfaser. An unzweifelhaften, verästelten Spitzenfortsätzen habe ich unter Umständen dieselben Eigenschaften gesehen und glaubte deshalb Anfangs eine Nervenfaser vor mir zu haben, welche in der Weise, wie Gerlach und Waldeyer es angeben, sich gebildet hatte. Ich überzeugte mich indessen von dem Sachverhalte und kann seitdem die erwähnten Eigenschaften auch nicht mehr für ein Charasteristikum einer Nervenfaser halten. Nur da, wo ich eine Markscheide wahrnähme, würde ich deshalb jetzt noch an den Uebergang in eine Nervenfaser glauben. Eine solche habe ich aber bisher in unzweifelhafter Weise noch nicht erkennen können, sondern was ich früher dafür genommen hatte (Dies. Arch. Bd. III. p. 463) beruhte auf einer Täuschung, zu welcher Brechungserscheinungen die Veranlassung gegeben hatten. Wer Bilder, wie die durch Fig. 6. 11. 14 dargestellten öfter gesehen hat, wird mir zugeben, dass die Möglichkeit dazu vorlag. Die Präparationsmethode, namentlich die Einwirkung stärkerer Lösungen der Chromsäure und ihrer Salze, scheinen solchen Täuschungen noch Vorschub zu leisten.

Die Frage, in welchem Verhältnisse die Ganglienkörper der Hirnrinde zu den Nervenfaseren derselben stehen, ist darum trotz aller Bemühungen sie zu lösen, noch immer eine ganz offene. Sie liegt, wie sie bislang gelegen hat. Denn die anderseitige Behauptung, dass sich die letzteren aus den Basalfortsätzen herausbilden und dass es namentlich der mittlere Basalfortsatz der grossen Ganglienkörper sei, den Meynert gefunden haben will, welcher stets in eine Nervenfaser übergehe, lässt sich ebenfalls nicht erweisen. Auch bei den bestisolirten Ganglienkörpern, welche ich zu sehen bekommen habe, vermochte ich nichts zu finden, was dafür Zeugniss abgelegt hätte. Das einzige Bild, welches noch für einige Augenblicke mir dafür zusprechen schien, und das ich unter Fig. 8 wiederzugeben versucht habe, liess nach genauerer Besichtigung doch erkennen, dass zwischen dem entsprechenden Basalfortsatze und der betreffenden Nervenfaser kein Zusammenhang bestand, sondern dass es sich blos um eine zufällige Aneinanderlagerung der beiden Gebilde handelte. Koschewnikoff[1]) hat zwar einen ganz ähnlichen Fall beobachtet und an ihm den unzweifelhaften Uebergang eines

1) l. c.

Basalfortsatzes in eine doppelt kontourirte Nervenfaser erkennen zu können geglaubt; allein, wenn auch gegen die Richtigkeit der Beobachtung nichts eingewandt werden kann, so möchte ich doch auf das hinweisen, was ich Bd. IV. p. 507 schon darüber gesagt habe, dass es sehr wohl denkbar sei, dass einmal auf diese Weise eine Verbindung zwischen Ganglienkörper und Nervenfaser hergestellt werden könne, dass es indessen nicht zur Regel gehöre und in seiner Bedeutung vollständig dunkel bleibe. Denn die Basalfortsätze, und das muss ich vorläufig festhalten, lösen sich nach wiederholten raschen Theilungen in ganz feine Fädchen auf, welche mit dem umgebenden körnig-faserigen Gewebe eine einzige Masse zu bilden scheinen (Fig. 4. 7a. b. d. g. 11) und selbst die stärksten, welche ich bisweilen in überraschender Länge habe verfolgen können, wie die in Fig. 6. u. 9. dargestellten, scheinen nach Allem kein anderes Schicksal zu haben. Bei vielen Ganglienkörpern fand ich an den äussersten Endigungen ihrer Fortsätze ein grösseres rundes Körperchen vor (Fig. 6 f. 11); doch bin ich geneigt in demselben nur ein Kunstprodukt zu erblicken, das durch die lange Maceration in das Dasein gerufen worden ist und keine weitere Bedeutung hat! Denn entsprechende Gebilde aus ganz frischen Gehirnen erinnere ich mich nicht gesehen zu haben.

Was nun endlich den Ganglienkörper selbst noch anlangt, so darf ich auch nach den erneuerten Untersuchungen bei dem stehen bleiben, was ich in meinen früheren Arbeiten über denselben ausgesprochen habe. Doch möchte ich zur Vervollständigung desselben noch anführen, dass bei den grösseren Zellen, solchen, die aus der fünften Schicht stammen, sich ausser den bekannten Fortsätzen sehr oft noch feinere finden, welche vom Körper direkt in die umgebende körnig-faserige Substanz ausstrahlen und bisweilen so zahlreich sind, dass sie dem Körper ein stachliges, dorniges, morgensternartiges Aussehen verleihen (Fig. 3. 9. 14), schliesslich, dass auch bei den kleinsten, deren Belegungsmasse so dünn und fein ist, dass sie vom Kerne sich kaum abhebt (Fig. 7d, 12 c) dennoch die eigenthümliche Form so strikt gewahrt ist, dass man über ihre Natur kaum im Zweifel sein kann und sie aus der Reihe der Bindegewebskörperchen sehr wohl auszusondern im Stande ist.

Figurenerklärung.

Ganglienkörper aus der Grosshirnrinde des Menschen 500—600 mal vergrössert und zwar

Fig. 1u.2 aus der fünften Schicht der ersten Frontalwindung.

Fig. 3–6 aus der fünften Schicht der Centralwindung.

Fig. 7a-g. aus der dritten und vierten Schicht der Centralwindung.

Fig. 8—11 aus der fünften Schicht einer Windung des Hinterhauptslappens (Meynert's vierschichtigem Typus).

Fig. 12a-d. aus der dritten und vierten Schicht derselben Windung.

Fig. 13. Abgerissener Spitzenfortsatz eines grösseren Ganglienkörpers.

Fig. 14. Ganglienkörper aus der fünften Schicht einer Stirnhirnwindung.

Ueber Zellen und Nerven der compacten Knochensubstanz.

Von

Hermann Joseph,

practischer Arzt in Berlin.

Hierzu Taf. XII.

Bei gewissen Regenerationsversuchen, welche ich am Kopfe von Tritonen unternahm, fiel mir der verhältnissmässig grosse Nervenreichthum auf, welcher sich innerhalb der die Schädeldecke bildenden Knochen vorfand. Ich sah die feinen Stämmchen, oft drei bis vier in einem Präparat, die grösseren Blutgefässe begleiten und beschloss ihrem weitern Verlauf nachzuspüren, indessen ich meinen Thieren zunächst allein die Regenerationsarbeit überliess.

Zu meinen bisherigen Zwecken hatte ich mich der Chromsäure bedient; ich liess sie jetzt im Stich und versuchte die mir schon von Natur genügend präparirt erscheinenden Knochenplättchen, welche das Tritonenhirn umschliessen, zu vergolden. Ich sage umschliessen, weil sowohl die Deckplättchen, wie die Knochen der Schädelbasis zum Vergolden geeignet sind. Die Knochen blieben 1—1 $^1/_2$ Stunden in einer einprocentigen Chlorgoldlösung und kamen dann behuf Reduction in mit einigen Tropfen Essigsäure versetztes Wasser. Anhaftendes Gewebe wurde mit einem feinen Messerchen unter der Goldlösung abgeschabt. Nach 24—36 Stunden wurden feine Schnitte mit dem Rasirmesser angefertigt und in Glycerin untersucht.

Die besten Präparate waren die, in denen sich der Inhalt der

Knochenhöhlen und Havers'schen Kanäle tief violett gefärbt zeigte, während die Grundsubstanz fast völlig farblos, d. h. grauweisslich verblieb. Oft jedoch nahm sie ebenfalls eine mehr oder weniger intensiv bläulich rothe Färbung an und dann blieben unter Umständen die Inhaltsmassen der Höhlen ganz ungefärbt; selten boten sie auch dann ein glänzendes gelbliches homogenes Ansehen dar.

Alle gut gefärbten Präparate wiesen zweifellos ein zelliges Gebilde in der Knochenhöhle nach, das ich zunächst besprechen will.

Die Zellen.

Die Zelle in der Knochenhöhle bei Tritonen besteht aus dem Zellprotoplasma und einem, selten zweien grossen Zellkernen von rund ovaler Gestalt, mit zahlreichen ziemlich groben, glänzenden und dunkeln Körnchen gefüllt. Curiosität halber erwähne ich, dass ich einmal drei Kerne in einer Zelle sah.

Unter den Körnern des Kerns zeichnen sich die hellglänzenden runden Kernkörperchen aus, meist zwei an der Zahl. Sie sind von einem hellen Hof umgeben, wenn sie dicht beisammen liegen, sonst besitzt jedes Kernkörperchen seinen eigenen.

Bald ist das Protoplasma dunkler violett gefärbt, wie der Kern, bald umgekehrt, bald ist die Färbung beider gleich, ohne dass dadurch die scharfe Begrenzung des Kerns verloren geht.

Die immer noch schwankende Ansicht über die Beschaffenheit des Höhleninhalts im völlig ausgebildeten Knochen und namentlich die Ergebnisse der Untersuchungen von Klebs[1]), durch welche dieser zum Verleugnen der Zelle kam, liessen die Anwendung der Goldmethode auf das Knochengewebe verschiedener Thiere gerechtfertigt erscheinen. Ich wählte mir die Schenkelknochen des Frosches, alte Hühner, Meerschweinchen, des Ochsen etc. aus und unterwarf sie derselben Behandlung wie die Schädelknochen der Tritonen, nur dass ich natürlich von grossen Knochen nur Stückchen der kompakten Substanz benutzte.

Von der Knochenschicht, auf welche die Goldlösung und später das angesäuerte Wasser eingewirkt hatte, kann man wiederum feine Schnitte anfertigen.

---

1) Klebs, Centralblatt für med. Wissenschaft Nr. 6 1868. Vorl. Mitth.

In allen bald nach dem Tode des Thieres vergoldeten Präparaten konnte ich Zellen in den Knochenhöhlen nachweisen, welche diese theils ganz erfüllten, theils sich hier und da von der Wandung zurückgezogen hatten. Die Kerne sind rundlich beim Huhn und Meerschweinchen, länglich und schmal beim Ochsen und Frosch; stets sind sie mit einem, häufiger zwei glänzenden Kernkörperchen versehen.

Da, wo sich die Zelle von der Höhlenwand zurückgezogen hat, finden sich häufig kreisrunde Bläschen, wahrscheinlich Luft. Ich glaube jedoch nicht, dass diese schon ursprünglich vorhanden ist, sondern meine, dass es Kohlensäurebläschen sind, die sich durch die Einwirkung der Essigsäure bilden und in den von der Zelle verlassenen Raum, etwa mit der Flüssigkeit eindringen.

Ob überhaupt zellenfreie Knochenhöhlen in grösserer Ausbreitung vorkommen, ist mir sehr zweifelhaft geworden; denn erstens sieht man in gut und unmittelbar nach dem Tode des Thiers vergoldeten Präparaten in jedem Theile des compacten Knochens die violetten Zellen; zweitens gelingt es längere Zeit nach dem Tode des Thieres noch Zellen darzustellen oder wo diese schon zerfallen sind, zeigt doch der Inhalt der Knochenhöhle jene violette Beschaffenheit, wie es gewöhnlich dem Protoplasma nach gelungener Vergoldung zukommt, so dass man mindestens einen Zellenrest annehmen muss; drittens ist es mir vorgekommen, wie oben erwähnt, dass der Höhleninhalt ein ganz homogenes Ansehen darbot, ohne jede Spur einer Zelle. Dies beobachte ich namentlich, als ich einmal die Reduction in verdünnter Chromsäure vor sich gehen lassen wollte. Nachträglich setzte ich einige Tropfen Essigsäure hinzu und bald zeigten sich in den scheinbar mit Flüssigkeit gefüllten Höhlen die schönsten violetten Zellen.

Die Literatur über die Virchow-Donders'schen Knochenzellen findet sich so genügend in der Arbeit von E. Neumann[1]) angegeben, dass ich nicht nöthig habe, die Freunde und Feinde der Zelle nochmals Alle anzuführen. Nur gegen die Resultate von Klebs[2]) die er etwa also formulirt:

---

1) E. Neumann, Beitrag zur Kenntniss des norm. Zahnbein- und Knochengewebes. Kbg. 1863.

2) Klebs a. a. O.

»Die sternförmigen Höhlen und feinen Ausläufer enthalten Kohlensäure;«

»die Gasfüllung beginnt nach vollkommener Consolidirung des Knochens;«

»die zelligen Elemente, welche im fötalen Knochen in diesen Hohlräumen nachzuweisen, sind scheinen später ganz oder bis auf geringe Reste zu schwinden;«

nur gegen diese Sätze will ich mit meinen vermittelst der Goldmethode gewonnenen Resultaten zu Felde ziehen und meine Erfahrungen, welche ich in Bezug auf die Zartheit und Vergänglichkeit der Zellen gemacht habe, die z. B. ganz bedeutend unter der Einwirkung von Wasser leiden können, zu Hülfe nehmen.

Welche Wichtigkeit der unbedingte Nachweis von Zellen für mich hat, wird sich im Verlauf dieser Arbeit ergeben.

Was die Natur der Knochenhöhle anbetrifft, so vermag die Anwendung des Goldes kein neues Faktum beizubringen nach den erschöpfenden Untersuchungen E. Neumann's über diesen Gegenstand. Vielleicht, dass der nach Retraction der vergoldeten Zelle zwischen ihr und der Höhlenwand mit Luftbläschen gefüllte Raum ein neues bestätigendes Moment für den Unterschied zwischen Zelle und Knochenhohlraum darbietet.

Vielfach ist über die Gestalt der Zellen gestritten worden und Neumann macht mit Recht auf die Vergeblichkeit des Streites aufmerksam, da man sich zur Darstellung der Zellen nur der Methoden bedient hat, mittelst welcher man die Knochenhöhle auch isolirt. Ich habe einem feinen vergoldeten Knochenschnitt einen Tropfen Salzsäure oder Salpetersäure zugesetzt und nach längerem Einwirken der Säure das Schnittchen zerzupft; ob aber die isolirten sternförmigen Gebilde nun wirklich die Zellen waren, oder nur die eng um die Zelle schliessende, nicht zerstörte Knochenwand, lasse ich dahingestellt. Beim Triton und Meerschweinchen meine ich aber doch für das Vorhandensein von sternförmigen Zellausläufern plaidiren zu müssen. Man sieht nämlich an feinen Schnitten das tief violette Zellprotoplasma in die Anfänge der Knochenkanälchen sich ohne Unterbrechung fortsetzen. Ferner erhält man, wenn man der Reductionsflüssigkeit etwas mehr Essigsäure zusetzt und das Präparat mit stärkerer Vergrösserung betrachtet, bisweilen folgendes Bild: man sieht das Lumen eines Knochenkanälchens da, wo es mit

breiterer Basis der Knochenhöhle entspringt, durch zwei schwarze Linien scharf begrenzt und sich verschmälernd weiter ziehen; der schwarzen Linie folgt nach innen zu ein heller, bisweilen glänzender Raum und diesem schliessen sich die scharfen Conturen des violetten Zellfortsatzes an. Wie weit der Fortsatz reicht und ob er sich mit einem entgegenkommenden verbindet, darüber wage ich kein Urtheil zu fällen, wenngleich ich ihn in manchen Präparaten mit einer Spitze enden zu sehen glaubte.

Isolirpräparate in der oben angegebenen Weise angefertigt, befreien zuweilen Zellen thatsächlich aus ihrem Kerker, allein dies geschieht dann auf Kosten der Integrität der Zelle; man sieht dann die Kerne von einer gewissen Menge Protoplasma gänzlich oder nur zum Theil umgeben. Dieses Protoplasma aber macht dann an seiner äussern Grenze stets den Eindruck des Zerfetzten.

Die Nerven.

So viel bisher bekannt ist, besitzen alle zum Knochen gehörigen Gewebe, das Periost, die compacte Substanz, das Mark, ihre Nerven. Während jedoch für das Periost schon eine Endigungsweise festgestellt ist, nämlich die in Vater'sche Körperchen[1]), so weiss man über das Verhalten der Nerven in der compacten Substanz nicht viel mehr, als dass sie mit kleinen Arterien in dieselbe eindringen.

Ich versuchte nun den weitern Verlauf der Nerven genau nach derselben Methode zu prüfen, nach der ich die Zellen untersucht habe, nur dass ich mich dabei auf die Schädelknochen von Tritonen und die Schenkelknochen von Meerschweinchen beschränkte. Eine gute Vergoldung von Schenkelknochen des Frosches ist mir so selten gelungen — ich weiss nicht aus welchem Grunde — dass ich von einer Untersuchung der Nerven bei diesem Thier Abstand nahm.

Oft sieht man ein derberes Nervenstämmchen von 0,012 Mm. Dicke mit einer kleinen Arterie in die compacte Substanz eindringen und auf dem Gefäss durch den Havers'schen Kanal laufen.

1) Rauber, Vater'sche Körperch. der Bänder und Periostnerven. München 1865. — Ueber d. Nerv. d. Knochenhaut u. Knochen d. Vorderarms und Untersch. München 1868.

Da wo dieser und das Gefäss sich theilen, bekommt das Stämmchen eine Anschwellung, aus welcher sich zwei feinere Fasern entwickeln, welche in leicht gebogenem Verlauf, je mit einem Gefäss, in verschiedenen Kanälen weiter ziehen.

In Kanälen von 0,03 M. Weite findet man noch Nervenfasern, die eine Dicke von 0,003—0,005 Mm. aufzuweisen haben. Sich immer mehr verschmälernd und zu immer feineren Hälften zerspalten, gelangt die Nervenfaser schliesslich in die feinsten Havers'schen Kanäle, von etwa 0,018 Mm. Durchmesser und darunter.

Hier ist sie denn zu einem äusserst feinen varicösen Fädchen geworden, das noch an Stärke abnimmt, indem die tiefdunkel violetten Varikositäten immer mehr an Umfang verlieren und der Verbindungsfaden immer zarter wird.

Bisweilen findet man zwei Fasern mittlerer Grösse in einem Havers'schen Kanal.

Auffallend ist die spärliche Zahl varicöser Fasern zur Menge und Grösse der Stämmchen ersten Ranges, welche in die compacte Substanz dringen. Es ist wohl dem Umstande zu zuschreiben, dass die Vergoldung eine recht schwierige ist, hauptsächlich aber, dass in der That nur wenige Zweige das Endziel in den feinsten Havers'schen Kanälen erreichen und die meisten sich der Markhöhle zuwenden.

Bekannt nun mit den Untersuchungen von Kühne[1]), der die Nerven in dem Zellprotoplasma der Hornhautkörperchen aufgehen lässt, von Eberth[2]), der einen Zusammenhang von Nervenfasern mit den Bindegewebskörpern im Schwanze der Froschlarve behauptet, und besonders von Lipmann[3]), der die Endigung der Nerven in den Nucleolis der sternförmigen Zellen der Cornea beschreibt, machte ich den Versuch, einen Zusammenhang zwischen den feinsten varicösen Fasern der Havers'schen Kanäle und den Zellen, welche in den Knochenhöhlen liegen, aufzufinden.

1) Kühne Untersuch. über Protoplasma u. Contractilität. Leipzig 1864.

2) Eberth Arch. für mikrosk. Anat. Bd. 3. Entwickl. d. Geweb. im Schwanze d. Froschlarve.

3) Lipmann Virch. Arch. Bd. 48. Ueber Endigung d. Nerv. im eigentl. Geweb. u. hint. Epith. d. Hornh. d. Frosches. — Auch vorher schon hatte Verfasser mir mündlich Mittheilungen gemacht.

Es kann sich Niemand der Schwierigkeiten, welchen eine derartige Untersuchung in der compacten Substanz unterliegt, bewusster sein, wie ich, der ich schon hinlänglich mit der Herstellung der bisherigen Präparate zu thun hatte. Es kann auch Niemand weniger enthusiastisch die Resultate meiner Untersuchung begrüssen; dennoch glaube ich das Gewonnene mittheilen zu müssen, um Mitarbeiter zu finden, welche für den Zusammenhang der Zellen mit den Nerven noch unumstösslichere Beweise erlangen, als mir zu erreichen möglich war.

Ist man zur feinen varicösen Faser des feinsten Havers'schen Kanales gelangt, so muss sich die Untersuchung natürlich auf die Intercellularsubstanz des Knochens selbst beziehen. Selten leider findet man dieselbe ungefärbt, meist trifft man sie in allen Farbennüancen von hellroth zu blauroth zu blauviolett; mehr oder weniger feine Linien durchsetzen sie und durchziehen sie überall; ebenso bemerkt man kleinere und grössere, glänzende und tief dunkle Punkte, die zum Theil Niederschlägen irgend welcher Art, zum Theil durchschnitten von Knochenkanälchen, angehören. Als feste Gestalten in diesem Chaos, das noch der lamellöse Bau vermehren hilft, sieht man die Knochenhöhlen mit ihren unmittelbaren Ausläufern und Längs- und Querschnitte Havers'scher Kanäle.

Bei stärkster Vergrösserung gewinnt das Bild an Klarheit, indem man bequemer die mannigfach gekrümmten Kanälchen bis in ihre feinsten Ausläufer verfolgen kann, die oft nur noch als dünne ausgebuchtete Fädchen erscheinen; indem man viele der erwähnten Punkte sicherer als Querschnitte der feinen Kanälchen erkennt.

Man sieht ausserdem noch hier und da sehr kleine, bisweilen röthlich glänzende Punkte in ziemlich regelmässigen Abständen von einander auftauchen und bei scharfer Einstellung gewahrt man, dass diese Punkte durch eine dunkle aber äusserst zarte Linie verbunden sind. Die Richtung dieser Linie zeichnet sich durch ihre Starrheit und Geradheit vor der abspringenden gröberen Linie aus, welche die feinsten Knochenkanälchen bilden.

Dieses so beschaffene Fädchen kann man nun nach zwei Richtungen hin verfolgen.

Einmal trifft man ein derartiges Fädchen bisweilen in der Nähe einer Zelle. Man sieht die zwei, drei, höchstens vier glänzenden, durch

die schwarze Linie verbundenen Punkte gerade auf die Zelle zulaufen. Ganz in ihrer Nähe aber erleidet das Verbindungsfädchen eine Theilung, welche ich stets aus dem letzten Punkt hervorgehen gesehen habe. Das eine, der nun noch eben bei haarscharfer Einstellung wahrnehmbaren Theilungsfädchen, verschwindet bald; ich sah es nur selten die Grenze der Zellhöhle erreichen; das andre aber, das mit ihm einen spitzen Winkel bildet, lässt sich unter günstigen Umständen bis zu einem der glänzenden Kernkörperchen verfolgen. Hauchförmig hebt es sich noch eben von seiner Umgebung ab.

Viel schwerer lässt sich die oben erwähnte Faser nach der andern Seite hin verfolgen.

Ich gestehe offen, dass ich trotz vieler Präparate, die ich angefertigt, nur zweimal in der Lage war, eine Verbindung dieser Faser mit einem feinen varicösen Endfäserchen des Havers'schen Kanals anzunehmen.

Ich beschreibe das eine dieser Präparate (Fig. 2). Der Schnitt hat ein kleines Havers'sches Kanälchen nahezu quer getroffen. In dem Lumen des Kanals findet sich ausser geringer violetter Masse (Blutkörperchen etc.) eine feine varicöse Faser, der ich nach meinen Erfahrungen die Bedeutnug einer Nervenfaser zusprechen muss. Da, wo die Faser der Wandung des Kanals mit einer feinen Spitze scheinbar anliegt, gehen zwei der zarten eben beschriebenen Fädchen ab. Das eine verliert sich in der das Havers'sche Kanälchen unmittelbar umgebenden concentrischen Substanz, das andre lässt sich darüber hinaus noch verfolgen.

Ein zweites Präparat (Fig. 3) zeigt das von dem Endpunkt der varicösen Faser in das Zwischengewebe tretende Fädchen, eine kleine Strecke dem Kanal parallel ziehend.

In beiden Fällen ist der Einwand gegen die nervöse Natur der Fädchen kein geringer, wenn man behauptet. es können gerade an der Stelle, wo die varicöse Faser endet, feinste Knochenkanälchen münden, welche man dann die Substanz durchziehen sieht. Diesen Einwand ganz zu entkräften, bin ich nicht im Stande; dennoch will ich ganz objectiver Weise die Punkte anführen, durch welche sich mir diese Fädchen von Knochenkanälen zu unterscheiden scheinen.

Einmal ist es die ausserordentliche Feinheit der Fäden, welche man sonst nicht an Knochenkanälchen beobachtet hat.

Dann ist es der gerade starre Verlauf bei gleicher Stärke, während Knochenkanälchen sich sowohl mannigfach zu winden und zu verästeln, wie stärker oder schwächer im Verlauf zu werden pflegen.

Ferner pflegen Knochenkanälchen nicht nach einer Richtung und in so regelmässigen Abständen Zweige zu entsenden, wie es der Fall sein müsste, wenn die hellen Pünktchen der Ausdruck von Querschnitten noch feinerer Aestchen wären. Eine andere Verästelung, wie diese etwaige ist aber nicht zu bemerken, mit Ausnahme der Endfäden. Ebenso wenig gelingt es, die starren Fädchen in ein zweifelloses Knochenkanälchen übergehen zu sehen.

Während die Knochenkanälchen mit einem weitern Lumen stets von der Zellhöhle aus beginnen und erst durch Verästlung zu ihrer Feinheit allmählig gelangen, findet bei den Fäden gerade das Umgekehrte statt, indem sie sich ganz in der Nähe der Zellen durch Theilung noch verfeinern.

Lässt man diese Differenzen gelten, wie sie sich namentlich so scharf in den Kopfknochen von Tritonen ausprägen, und nimmt man nicht gar zu Sprüngen und Rissen seine Zuflucht, die dann mit ausgezeichneter Regelmässigkeit in Gestalt und Charakter auftreten würden, so bleibt meines Erachtens nichts übrig, als diese Fädchen und Endfädchen als nervöse Gebilde zu betrachten.

Berlin, den 10. October 1869.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—2 zeigt Nerven, die mit den Havers'schen Kanälen ziehen. Fig. 2 u. 4 vom Meerschweinchen, Fig. 1 u. 3 von Triton.

Fig. 2 u. 3 bei a Fasern, die in die Zwischensubstanz treten und mit der varicösen Faser im Havers'schen Kanal in Verbindung stehen.

Fig. 5. 6. 7. 8 Knochenzellen in den Höhlen von Triton; zarte mit hellen Punkten besetzte Fäden treten heran und theilen sich, der Endfaden läuft zum Kernkörperchen.

Fig. 9 u. 10 Knochenzelle nebst Höhle vom Meerschweinchen, in Fig. 10 Luftbläschen neben der retrahirten Zelle. Feines Fädchen zum Kernkörperchen.

Fig. 11 vergoldete Knochenzellen vom Ochsen.

Untersuchungen über die Kleinhirnrinde des Menschen.

Von

Dr. Heinr. Hadlich

in Pankow bei Berlin.

Hierzu Taf. XIII.

Die epochemachenden Untersuchungen von Deiters über das Gehirn und Rückenmark haben, so unendlich viel Neues und Wichtiges sie auch enthalten, uns doch gerade über eine Frage von dem höchsten Interesse keinen Aufschluss gegeben, nämlich über dei Frage nach dem Ende und der Bedeutung der sogenannten Protoplasma- oder verästelten Fortsätze der centralen Ganglienzellen. Wenigstens hat Deiters nur ein negatives Resultat in Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen Kölliker's, Gerlach's und Anderer gewonnen, dass nämlich unmittelbare Anastomosen der Ganglienzellen durch die verästelten Fortsätze nicht oder doch nur so ausnahmsweise vorkommen, dass an eine umfassende physiologische Verwerthung eines solchen Verhaltens nicht gedacht werden kann. Ich halte es gegenüber der noch immer von mancher Seite festgehaltenen entgegengesetzten Ansicht nicht für überflüssig, hier gleich zu bemerken, dass auch mir bei Anfertigung zahlreicher Präparate von sehr vollständig isolirten centralen Ganglienzellen es bisher noch niemals gelungen ist, eine solche Anastomose zu sehen.

Vielleicht hielt Deiters die Auffindung des letzten Endes der verästelten Fortsätze deshalb zunächst für weniger dringlich, weil seine Beobachtungen ihn, wie bekannt, zur Annahme eines »zweiten Systems abgehender Axencylinder« an den verästelten

Zellenfortsätzen geführt hatten, und er sich mit Zugrundlegung dieses morphologischen Verhältnisses die Function der Ganglienzellen zu erklären suchte. Freilich macht Deiters seine hierhergehörigen Angaben mit grosser Vorsicht und Reserve, und jedenfalls bedürfen dieselben erst der Bestätigung, die bis jetzt noch nicht erfolgt ist. Was mich betrifft, so kann ich nach meinen bisherigen Untersuchungen noch kein bestimmtes Urtheil darüber abgeben, ob seine markhaltigen Nervenfasern seitlich den verästelten Fortsätzen der Ganglienzellen aufsitzen; gesehen habe ich es bis jetzt nicht.

Dagegen aber muss ich mich aussprechen — und ich schliesse mich hiermit ganz an Kölliker[1]) an — dass Deiters einen durchgreifenden Unterschied zwischen den letzten, feinsten Enden der vielverästelten Protoplasmafortsätze und den feinen seitlich mit einer kleinen dreieckigen Anschwellung ihnen aufsitzenden Fasern macht[2]). An sehr zahlreichen Präparaten von grossen Ganglienzellen aus der Rinde des cerebellum[3]) konnte ich erstlich durchaus kein verschiedenes optisches Verhalten der seitlich aufsitzenden und der durch fortgesetzte Theilung entstandenen feinsten Fäserchen erkennen. Beide sind von unmessbarer Feinheit, beide sind bald etwas rauh (wahrscheinlich von anhaftender feinkörniger Grundsubstanz), bald mehr glatt, beide sind bald gerade, bald leicht gebogen. Und wenn ferner Deiters bei der Aufstellung von physikalischen und chemischen Verschiedenheiten zwischen beiden Arten von Fasern sich auf Verschiedenheiten der Präparationsmethode stützt, so muss ich bemerken — und Jeder kann dies aus Deiters eigenen so genauen Angaben entnehmen —, dass diese Verschiedenheiten nur graduelle sind, und dass es sich ganz ungezwungen und in genügender Weise aus der formellen Anordnung erklärt, warum die durch fortgesetzte Theilung der verästelten Fortsätze entstandenen feinen Fasern sich meist leichter bei der Isolation erhalten, als die unmittelbar den stärkeren Aesten meist rechtwinklig aufsitzenden Fäserchen, die, wenn nicht eine ganz bestimmte, bestmögliche Auflockerung der fein granulirten Grundmasse erzielt ist, in dieser stecken bleiben und abbrechen; ist die Auflockerung noch etwas weniger gelungen, so wird

1) Gwebelehre 5. Aufl. 1867 S. 277.

2) Deiters Untersuchungen etc. S. 64 u. 75.

3) Ich beziehe mich in Folgendem nur auf diese, die ja nach Deiters selbst in exquisiter Weise dem von ihm aufgestellten Schema der centralen Ganglienzelle entsprechen.

man auch die feinsten Theilungen nicht mehr erhalten, und so fort. Etwas Anderes wäre es, wenn Deiters eine Methode beigebracht hätte, durch welche sich nur die seitlichen Fasern darstellen liessen, nicht die, welche einfache Theilungsproducte sind; dies ist aber nicht der Fall und wohl auch nicht möglich.

Es kommt nun aber noch hinzu, dass man auch gar nicht schlechthin von »seitlich aufsitzenden« und von »Fasern, die einfache Theilungsproducte darstellen«, sprechen kann, sondern es kommen Uebergänge vor, die man ebenso gut zu diesen, wie zu jenen rechnen könnte. Zwar in sehr vielen Fällen sieht man, ganz so characteristisch, wie es Deiters zuerst geschildert hat, feinste, eine einfache Linie darstellende Fäserchen mit einer dreieckigen Anschwellung den verästelten Fortsätzen seitlich aufsitzen; und andererseits bilden auch feinste Fäserchen offenbar durch fortgesetzte Theilung die letzten sichtbaren Enden der immer feiner werdenden Zellenäste. Zwischen beiden Faserarten bestehen aber, wie gesagt, Uebergänge, und man könnte z. B. für die Verästelung der grossen Zellen der Kleinhirnrinde folgende Stufenfolge aufstellen:

Es finden sich in denselben

1. unmessbar feine Fäserchen, eine einfache Linie darstellend, nicht verzweigt, meistens nur kurz, welche rechtwinklig mit einem kleinen Höckerchen den verästelten Fortsätzen aufsitzen; Fig. 4 a.

2. ebensolche Fäserchen, die aber länger sind, eine einmalige und selbst wiederholte Theilung erfahren, und meist rechtwinklig, bisweilen auch unter einem spitzen Winkel mit dem Höckerchen von den Zellenästen entspringen; Fig. 4, 6.

3. Fäserchen oder vielmehr feine Aestchen von eben noch messbarer Breite und dem characteristischen feinkörnigen Aussehen der Protoplasmafortsätze, an denen sie bald unter einem rechten bald unter einem spitzen Winkel mit einer Verbreiterung ihres centralen Endes seitlich aufsitzen; sie sind mehrfach verästelt; Fig. 4 c.

4. breitere Aestchen, als sub 3, mit reicherer Verästelung, rechtwinklig oder spitzwinklig den Protoplasmafortsätzen seitlich aufsitzend und zwar, wie die Formen unter 1—3, ganz ohne Beziehung zu der regelmässigen dichotomischen oder (seltener) trichotomischen Verzweigung derselben; Fig. 4 d.

Dass die seitlich aufsitzenden Fasern nicht immer einfache Linien sind, erwähnt schon Deiters selbst; er sagt auf Seite 65

seiner Untersuchungen: »Es lassen sich an ihnen auch noch Theilungen, aber der allerfeinsten Art, antreffen.« An solche getheilte Fäserchen schliessen sich aber die unter 3 und 4 geschilderten unmittelbar an, diese jedoch sind unzweifelhaft keine einfachen Axencylinder feinster Nervenfasern, wofür Deiters seine seitlich aufsitzenden Fasern ansieht, sondern feine sogenannte Protoplasmafortsätze, deren letzte Theilungen erst möglicherweise in Axencylinder übergehen, d. h. sie gleichen durchaus den durch fortgesetzte Theilung entstandenen Endästen der verästelten Fortsätze.

Kurz, es existirt (an den grossen Ganglienzellen der Kleinhirnrinde) durchaus kein factischer Unterschied zwischen den beiden Arten von Fasern, die Deiters als etwas specifisch Verschiedenes aufgefasst wissen will, sie repräsentiren nur zwei Arten der Zertheilung der verästelten Fortsätze, zwei Arten der Auflösung derselben in die sie constituirenden Formbestandtheile: der Anordnung nach ganz analog der Art und Weise, wie z. B. die Milzvene sich einerseits durch die gewöhnliche Theilung, andererseits durch die feinen Aestchen, deren Oeffnungen auf der Innenwand des Gefässes als die stigmata Malpighii bekannt sind, in ihre Endgefässe auflöst resp. aus ihnen zusammensetzt.

Wenn nun aber durchaus keine wesentlichen Unterschiede zwischen den seitlich aufsitzenden und den durch fortgesetzte Theilung entstandenen Fasern existiren, wenn sie ein ganz gleiches resp. analoges Verhalten zeigen, so kann man auch nicht deshalb eine durchgreifende Trennung zwischen ihnen vornehmen, weil Deiters an ersteren (»wenn auch nicht häufig«) eine Umhüllung mit Mark beobachtet haben will. Denn wenn man beide Arten von Fasern für gleich erachten muss, so ist ein verallgemeinernder Schluss, auf Grund der Deiters'schen Beobachtung, für die letzten Enden der getheilten Fortsätze ebenso zulässig, resp. unzulässig, wie für die sog. seitlich aufsitzenden Fasern. Zur definitiven Entscheidung dieser Frage sind aber durchaus noch weitere Beobachtungen nöthig.

Ich gehe nun zu meinem eigentlichen Thema über, nämlich zu der Frage nach dem Ende der verästelten Fortsätze der grossen Ganglienzellen der Kleinhirnrinde.

Wie allgemein bekannt verästeln sich hier die grossen Ganglienzellen der grauen Schicht baumförmig gegen die Peripherie zu, indem entweder ein Fortsatz oder mehrere und zwar sehr oft zwei, nicht selten auch drei von ihnen abgehen, die entweder sofort diver-

girend die Richtung gegen die Oberfläche einschlagen: dies Verhalten zeigen die auf der Höhe der gyri gelegenen Ganglienzellen; oder erst eine oft beträchtliche Strecke horizontal (d. h. parallel der Oberfläche) nahe der äusseren Grenze der rothfarbenen oder Körnerschicht verlaufen, um dann im Winkel umbiegend nach der Oberfläche zu ziehen: dies findet man constant in der Tiefe der sulci, und hier liegen auch die meisten Ganglienzellen mit drei Fortsätzen (NB. immer abgesehen von dem centripetalen Axencylinderfortsatz), von denen dann häufig nach beiden Seiten ein wagerechter, der dritte senkrecht nach oben abgeht [1]). Zwischen diesen beiden Formen der ersten Anordnung der Zellenäste, auf die übrigens schon Kölliker hinweist, finden sich an den seitlichen, einander zugekehrten Partien der gyri Mittelstufen und Uebergänge. Die Erklärung für dies der verschiedenen Localität nach verschiedene Verhalten der primären Zellenäste werde ich unten geben. — In allen Fällen erfolgt aus diesen wagerecht, senkrecht und schräg zur Oberfläche verlaufenden Fortsätzen eine sehr reiche Verästlung nach der Peripherie zu, indem die Fortsätze sich immer wieder von neuem meist dichotomisch, bisweilen auch trichotomisch theilen und Aeste abgeben, die schliesslich als ganz feine Fasern gegen die Oberfläche aufsteigen. Ausserdem aber geben, wie oben besprochen, die verästelten Fortsätze auch noch seitliche Fasern und Aestchen ab, welche sich nach den verschiedensten Richtungen in die feinkörnige Grundsubstanz verlieren.

Ich hatte mich nun lange vergeblich bemüht, an Isolationspräparaten etwas über das weitere Schicksal der verästelten Zellenfortsätze in Erfahrung zu bringen. Ich kam hierbei nicht weiter,

1) An diesen in der Furche gelegenen Zellen ist auch der Axencylinderfortsatz nicht senkrecht nach Innen gerichtet; wie dies auf der Convexität der gyri der Fall ist. sondern er tritt, entsprechend der Richtung der nahebei verlaufenden Nervenfasern der Markausstrahlung (Fig. 3 a a) in mehr weniger horizontaler Richtung von der Zelle ab, oft dicht neben einem gleichfalls horizontal gerichteten verästelten Fortsatz. Ist dieser letztere wie es vorkommt, fein, dünn und unweit der Zelle abgebrochen, so entsteht der Anschein, als hätte die Zelle zwei Axencylinderfortsätze, und wahrscheinlich wurde Gerlach durch solche Bilder bewogen, das Vorkommen zweier centralen Fortsätze anzunehmen; es ist aber in Wahrheit immer nur der eine der Axencylinderfortsatz, der andere ein verästelter, sich später nach der Perpherie umbiegender.

als zu Bildern reicher Verästelung, wo feinste Endfasern theils frei zu endigen, theils in die in geringer Menge ihnen anhaftende feingranulirte Grundsubstanz sich aufzulösen schienen. Allerdings muss man gestehen, dass, wenn wir (mit Recht) einen weiteren Zusammenhang dieser Fasern mit anderen Theilen vermuthen dürfen, ein Widerspruch darin liegt, diesen Zusammenhang durch Zerzupfen der Theile ermitteln zu wollen. Da man aber mit gewöhnlichen Schnittpräparaten auch nicht zum Ziele kommt, so versuchte ich eine Combination beider Methoden und verfuhr dazu in folgender Weise. Ich legte Stücke der Kleinhirnrinde, etwa von der Grösse einer halben Bohne, erst einige Tage in Lösungen von Kali bichrom. gr. 1—2 auf unc. 1, nahm dann 3—5 und nach zwei bis drei Wochen 10, selten auf 15 Gran. Dann erhält man in der Regel nach weiteren drei bis sechs Wochen Präparate, so erhärtet, dass die Anfertigung sehr feiner Schnitte möglich ist, dass aber auch zugleich die feinkörnige Grundmasse der grauen Schicht so aufgelockert ist, dass die in derselben eingelagerten Theile, die nervösen wie die bindegewebigen, nicht nur sehr gut und in ihren subtilsten Bildungen sichtbar werden, sondern auch an günstigen Stellen an den Schnitträndern mehr oder weniger vollständig isolirt aus ihr hervorragen. — Die Zeitdauer und die Stärke der Lösung zur Erreichung dieses Effectes ist in den einzelnen Fällen nicht selten verschieden; es liegt dies daran, dass verschiedene Momente die Wirkung des Kali-Salzes beeinflussen. Ich erwähne nur die Todesursache, die Zwischenzeit zwischen Tod und Section, die Temperatur der Luft u. s. w., Verhältnisse, deren Verschiedenheit eine verschiedene Wirkung der angewandten Lösung zur Folge hat. Längeres Liegenlassen in den mittelstarken Lösungen führt oft die Auflockerung noch herbei, wenn man sie bei angestellter Untersuchung noch nicht genügend eingetreten fand; leider verderben dann aber Pilzbildungen häufig die Präparate.

Mit Hülfe der angegebenen Methode gelang es mir nun zu constatiren, dass die Fasern von unmessbarer Feinheit, in welche sich die verästelten Zellenfortsätze auflösen, schliesslich, und zwar die meisten ganz nahe an der Oberfläche der grauen Rinde, in einem bald breiteren bald spitzeren Bogen umbiegen und in zur Oberfläche senkrechter Richtung parallel mit einander von der Peripherie nach der rostfarbenen Schicht zurück verlaufen.

Untersucht man nämlich bei 3—400maliger Vergrösserung feinste Rindenschnitte von der angegebenen Beschaffenheit, wo also die Grundmasse gut aufgelockert, die geformten Bestandtheile, auch die feinsten, gut erhalten und theilweise von der sie einhüllenden feinkörnigen Grundsubstanz isolirt sind, so sieht man (in der grauen Schicht) ausser dem gewöhnlichen Bilde der grossen und kleinen Ganglienzellen, der zerstreuten »Kerne« oder »Körner« und der Gefässe noch eine Menge feinster Fäserchen, die in einer zur Oberfläche senkrechten Richtung parallel mit einander die graue Schicht von aussen nach innen durchziehen; sie sind von äusserster Zartheit und zeigen, wo sie isolirt sind, ein leicht rauhes Ansehen. Es gelingt zwar nicht, sie continuirlich auf lange Strecken zu verfolgen, sie durchziehen aber die ganze Dicke der grauen Schicht, auch die Zone, in der die grossen Ganglienzellen liegen, und verlieren sich in die rostfarbene Schicht hinein. Dieser Umstand, dass sie auch an den grossen Ganglienzellen vorbei von der Oberfläche bis in die rostfarbene Schicht hineinziehen, ist sehr wichtig, insofern daraus hervorgeht, dass wir keine Fasern, die der nach der Peripherie gerichteten (centrifugalen) Verästlung der Zellen angehören, vor uns haben. Betrachtet man — aber, wie ich noch einmal betone, nur an gutgelungenen Präparaten und an feinsten, am besten schräg zulaufenden Schnitträndern, wie an Fig. 2 —, betrachtet man nun weiter die äusserste Randpartie der Rinde, so sieht man hier erstlich feinste Fäserchen, aus der Grundmasse hervorragend, frei endigen; ausserdem aber sieht man sowohl am äussersten Rande der grauen Schicht, als auch weiter nach innen zu ebensolche feinste Fasern einen nach aussen convexen Bogen bilden, dessen beide Schenkel sich nach innen zu in die feingranulirte Grundmasse verlieren. Ich will hier gleich dem Einwurf begegnen, dass es sich bei diesen Faserbogen um Producte der Kunst oder des Zufalls handle, indem durch das Schneiden oder durch die verschiedenen Manipulationen beim Zurechtmachen des Präparates einzelne grade frei endigende Fasern sich nach rückwärts umgebogen hätten. Denn eine genaue Betrachtung der Präparate und die weitere Verfolgung des Gegenstandes zeigen, dass wir es bei diesen Faserbogen mit einer praeexistirenden Formation zu thun haben, und dass die frei endigenden Fasern es sind, welche man als Kunstproducte aufzufassen hat, entstanden durch den Zerfall oder das Zerreissen des verbindenden Bogens. Allerdings kommt es ja nicht selten vor, dass solche zer-

rissene Fasern sich zufällig irgendwie umbiegen; dies ist dann aber ausser an der unregelmässigen Krümmung stets leicht daran zu erkennen, dass man das umgebogene freie Ende findet. Die Faserbogen aber, die als solche in der grauen Schicht existiren, verlieren sich entweder mit beiden Schenkeln in die Grundsubstanz, oder es geht der eine aus einer stärkeren Faser durch Theilung derselben hervor. Dass diese stärkeren Fasern identisch sind mit den Endästchen der Protoplasmafortsätze, wie sie ja hier an der Peripherie der grauen Schicht so äusserst zahlreich sich finden, unterliegt keinem Zweifel. Es gelang mir aber auch der positive Nachweis einer sich umbiegenden und rücklaufenden Faser aus einem stärkeren Protoplasmafortsatze, wie Fig. 1 a zeigt.

Ganz überzeugend von dem Bestehen des in Rede stehenden Verhältnisses sind die Bilder, welche man bekommt, wenn nach der angegebenen Behandlung mit Kali bichrom. hergestellte feine Schnitte mit Chlorgold[1]) gefärbt werden. Ich muss jedoch bemerken, dass ich hierbei erst nach zahlreichen vergeblichen Versuchen brauchbare Präparate erhielt, weil meistens durch die Reduction des Metalles eine ganz diffuse Färbung des Schnittes eintritt, wenn die Auflockerung der Grundmasse nicht in ganz genügender Weise erreicht war. Sind aber die feinen Fasern am Schnittrande so isolirt, wie in Fig. 2, so färben sich dieselben dunkler als die Grundmasse und zeichnen sich als feine dunkle Linien in derselben aus.

Aber auch an blossen Kali bichrom.-Präparaten oder nach Färbung derselben mit Carmin erkennt man mit vollkommener Sicherheit die Umbiegungen, wenn man sich mit dem Bilde derselben erst einmal vertraut gemacht hat.

Wie Fig. 2 zeigt, finden sich die Umbiegungen bei weitem am zahlreichsten dicht an der Oberfläche und bilden hier einen ganz engen, kurzen Bogen, während sie weiter nach innen an Anzahl abnehmen, aber breit und schöngewölbt sind.

Es ist mir jedoch zweifelhaft, ob alle Endausläufer der grossen Ganglienzellen in der geschilderten Weise in rückläufige Fasern, wie ich sie nennen will, übergehen. Es giebt nämlich in der inne-

---

1) Auro Natr. chlor. 0 2,—0, 6 auf 100. — Die Schnitte werden in ganz schwach angesäuertem Wasser ausgewaschen und nach halb- bis mehrstündigem Einlegen in die Goldchloridlösung in ebensolchem Wasser dem Licht ausgesetzt.

ren Hälfte der grauen Schicht bis zwischen die grossen Ganglienzellen hinein feinste Fasern, die eine horizontale Richtung haben, senkrecht zu den rückläufigen Fasern, denen sie an Feinheit und leicht rauhem Ansehen ganz gleich sind. Ich fand sie ganz constant an allen feinen Schnitten, aus denen sie häufig in beträchtlicher Länge hervorragen (Fig, 1 c). Wiederholt sah ich sie von gleichgerichteten Protoplasmafortsätzen entspringen, sodass auch sie Endausläufer der Ganglienzellen darstellen. In der Tiefe der sulci finden sie sich am zahlreichsten, und hier überwiegt deshalb eine der Oberfläche parallele Streifung über die gewöhnliche senkrecht von innen nach aussen gerichtete. Etwas Weiteres über den Verlauf und die Bedeutung dieser Horizontalfasern zu ermitteln, war ich bisher nicht im Stande; ich bemerke nur, dass, wie auch die Figuren zeigen, hier nicht von den stärkeren Aesten der Zellenfortsätze die Rede ist, welche, wie Kölliker angiebt und man in der That oft sehen kann, wenn sie seitwärts von den Hauptästen abtreten, eine »mit der senkrechten Streifung der grauen Schicht unter einem grösseren oder kleineren Winkel sich kreuzende zweite« bilden; sondern diese allerfeinsten Fäserchen, die immer rechtwinklig mit jener ersten Streifung sich kreuzen, sind allerletzte Zertheilungen der Zellenäste.

Es bleibt mir noch ein Punkt hier zu besprechen übrig. Durch die Untersuchungen von Bergmann[1]) und F. E. Schulze[2]) haben wir Kenntniss erhalten von einem System bindegewebiger Stütz- oder Randfasern, welche, mit einer Verbreiterung ihres äusseren Endes an der Innenfläche der Pia ansitzend, in senkrechter Richtung in die graue Schicht der Rinde hineinziehen und bis über die Mitte derselben hinein verfolgt sind. Auch Deiters erwähnt dieselben. Es ist verhältnissmässig leicht, Präparate von diesem Stützfasersystem anzufertigen, und ich kann nach Untersuchungen am cerebellum des Kaninchens die Angaben F. E. Schulze's vollständig bestätigen. Beim Menschen ist es, wie derselbe Forscher richtig auseinandersetzt, nicht möglich, dasselbe im Zusammenhange darzustellen, wohl aber kann man sich die einzelnen Stützfasern auch hier ohne grosse Schwierigkeit zur Anschauung bringen. Diese bindegewebigen Fasern sind geeignet, die Erkennung der Structur

1) Zeitschrift für rat. Medicin. N. F. Bd. VIII. p. 360.

2) Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirns p. 16 u. folg.

der Kleinhirnrinde zu erschweren, weil sie das Bild compliciren. Dennoch ist es bei einiger Uebung nicht schwer, sie und die nervösen Fasern auseinander zu halten. Man erkennt nämlich an seinen Schnitten, welche die von mir oben angegebenen Verhältnisse zeigen, ausser dem Angegebenen auch die in Rede stehenden Stützfasern sehr gut. Dieselben haben nicht das leicht-rauhe Ansehen, wie die feinen nervösen Fasern, sind starrer und spröder und etwas dicker als jene, und characterisiren sich endlich meistens in ganz unzweifelhafter Weise durch das verbreiterte peripherische Ende, wobei sie oft durch die Lostrennung der Pia in beträchtlicher Länge aus der Grundmasse herausgezogen sind (Fig. 1 r, 2 r).

Es existiren meines Wissens in der Literatur noch keine Angaben über die von mir als Faserbögen und rückläufige Fasern bezeichneten Gebilde. Nur bei Deiters finde ich eine Stelle, die ich aller Wahrscheinlichkeit nach auf die rückläufigen Fasern beziehen zu müssen glaube. Er sagt nämlich auf Seite 42 seiner Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, nachdem er von den bindegewebigen Stützfasern der Kleinhirnrinde gesprochen: »Bei der Betrachtung des kleinen Gehirns werde ich auf diese Verhältnisse näher eingehen und auf ein zweites Fasersystem aufmerksam machen müssen, welches fast unter ähnlichen Verhältnissen verläuft, wie das genannte, welches aber ganz sicher mit den Ausläufern der grossen Ganglienzellen in Verbindung steht.« Diese bisher gewiss nicht verstandene Bemerkung kann nur auf die rückläufigen Fasern bezogen werden, und es ist sehr zu beklagen, dass Deiter's weitere Ermittelungen über ihre Verbindung mit den Ganglienzellen nicht auf uns gekommen sind: ein neuer Beleg dafür, wie viel uns leider von den Arbeiten dieses ausgezeichneten Forschers verloren gegangen ist.

Alles, was andere Autoren über eine Streifung der äusseren grauen Rindenschicht angeben, ist entweder auf die bindegewebigen Randfasern zu beziehen [1]), oder es ist von verhältnissmässig groben Gebilden die Rede, nämlich von den nach der Peripherie ziehenden Zellenästen.

---

1) Vergl. z. B. Stieda's Arbeit „Zur vergl. Anatomie und Histologie des cerebellum“ in Reichert und du Bois-Reymond's Archiv 1864. S. 416, wo er von dem „mehr oder weniger gestreiften Ansehen der grauen Schicht in ihrer der Oberfläche näher liegenden Partie“ spricht.

Fasse ich nun das Resultat meiner bisherigen Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich: Aus den weissen Markstrahlen der gyri treten Nervenfasern in die grauröthliche Schicht, erfahren Theilungen [1]) und treten dann als Hauptnervenfortsätze in die grossen Ganglienzellen, je eine Faser in eine Zelle. Von der Zelle geht nun in der grauen Schicht eine äusserst reichliche peripherische Verästelung, und die aus dieser entstehenden feinsten Endfasern biegen schliesslich, und zwar die allermeisten in der äussersten Partie der grauen Rindenschicht, bogenförmig um, um als rückläufige Fasern in die grauröthliche Schicht zurück zu ziehen. Es besteht also in der Kleinhirnrinde eine centrifugale und eine centripetale Leitungsbahn.

Soweit das thatsächliche Verhalten. Durch das Labyrinth der grauröthlichen Schicht die rückläufigen Fasern weiter zu verfolgen, war mir unmöglich. Doch scheint es mir nicht ganz unberechtigt, folgende Vermuthung auszusprechen: Es bestehen bekanntlich noch abweichende Ansichten darüber, ob in der grauröthlichen Schicht Theilungen von Nervenfasern vorkommen, und zwar bestreiten es Kölliker und Stieda (a. a. O. S. 410) gegenüber den bestimmten Angaben zahlreicher anderer Autoren, z. B. Gerlach, Hess, Rutkowsky, Deiters (Untersuchungen etc. S. 110); ich habe diese Theilungen gleichfalls zahlreich beobachtet und betrachte ihr Vorkommen als festgestellt. Man nahm nun bisher immer ohne weiteres an, dass dies Theilungen von den aus der weissen Marksubstanz nach der Peripherie d. h. nach den Ganglienzellen ziehenden Nerfenfasern seien, so wie es z. B. Gerlach in seinem schematischen Bilde zeichnet. Allerdings kommen, wie ich bei der oben angeführten Beobachtung über die variköse Entartung des Axencylinders der aus dem Marklager zu den Ganglienzellen (als ihr Hauptnervenfortsatz) ziehenden Nervenfasern nachwies, auf dieser Strecke der Nervenfaserleitung Theilungen vor aber immerhin spärlich und bei weitem nicht so zahlreich und oft wiederholt, wie es der Fall sein müsste, um die ungemein zahlreichen Theilungen von Nervenfasern, die man in der grauröthlichen Schicht findet, zu erklären. Ich vermuthe desshalb, dass die so äusserst zahlreichen rückläufigen Fasern mit den

1) Vergl. meine Mittheilung im 46. Bd. von Virchow's Archiv: „Ueber variköse Hypertrophie des Hauptnervenfortsatzes der grossen Ganglienzellen der Kleinhirnrinde." S. 221.

vielgetheilten Fasern der grauröthlichen Schicht in Verbindung stehen und durch Vermittlung dieser letzteren in die Fasern der weissen Markschicht übergehen, wahrscheinlich in der Weise, dass eine Anzahl rückläufiger Fasern zu einer gemeinsamen markhaltigen Nervenfaser zusammentritt.

Ich kann hierbei nicht umhin, auf die vorliegenden Verhältnisse die Lehre von den Nervenprimitivfibrillen in Anwendung zu bringen, mit deren Aufstellung Max Schultze[1]) eine neue Epoche für die Lehre vom Nervengewebe eröffnet hat. Bezüglich der centralen Nervenzellen gipfelt die neue Lehre in dem Satze dass dieselben weder Ursprung noch Ende der Nervenfasern sind, sondern den Primitivfibrillen der letzteren nur zum Durchgang und zur mannichfachsten Verbindung unter einander dienen. Ich halte die rückläufigen Fasern der grauen Schicht der Kleinhirnrinde für Primitivfibillen, die, aus den Ganglienzellen hervorgegangen durch die äusserst reiche Verästlung derselben, zu neuen Verbindungen in der grauröthlichen Schicht zusammentreten, um in neue Leitungsbahnen überzugehen.

Ich verhehle mir das Gewagte dieser Ansicht nicht, welches besonders darin liegt, dass der factische Nachweis eines Zusammenhanges der rückläufigen Fasern mit markhaltigen Nervenfasern durchaus fehlt, denn der Umstand, dass markhaltige Fasern in die graue Schicht hinein verfolgt sind, genügt in keinerWeise. Ich habe darum hier genau getrennt, was objectiv nachgewiesen, und was bloss Vermuthung ist. — Andererseits aber bin ich in der Lage, auf Grund der vorgetragenen Ansicht über den Faserverlauf in der Kleinhirnrinde eine Erklärung des gröberen Baues derselben geben zu können.

Betrachtet man nämlich die Rinde genau, so findet man eine ganz constante Anordnung und ein ganz constantes Mengenverhältniss der drei dieselbe im wesentlichen constituirenden Bestandtheile, nämlich der äusseren grauen Schicht, der grossen Ganglienzellen und der inneren grauröthlichen Schicht. Erstere ist überall ungefähr von gleicher Dicke, letztere dagegen wechselt in ihrer Dicke ungemein, ist auf der Höhe der convexen gyri 2—3 Mal so dick, wie die sie überziehende graue, wird dagegen in der Tiefe der sulci um das 3—4 fache von jener an Dicke übertroffen[2]). Die grossen

1) Observat. de struct. cellul. fibrarumque nerv. Bonnae 1868.

2) Es beruht offenbar auf einem Versehen, wenn Kölliker — auch in

Ganglienzellen aber stehen ihrer Zahl nach in einem ganz bestimmten Verhältniss zu der Menge der grauröthlichen Schicht, d. h. sie sind zahlreich und dicht gestellt auf der Convexität der gyri, spärlich und weit auseinander in den sulci. — Wie ist dies Verhalten der einzelnen Hauptbestandtheile der Rinde zu einander zu erklären?

Denkt man sich auf einem Durchschnitt der Rinde (Fig. 3) die graue Schicht durch zur Oberfläche senkrechte Linien in so viel Abschnitte getheilt, als Ganglienzellen im Schnitt liegen, so stellen diese Abshnitte die ideellen Verbreitungsbezirke der einzelnen Ganglienzellen dar, da ja die rückläufigen Fasern überall eine zur Oberfläche senkrechte Richtung inne halten. Diese Abschnitte zeigen an den verschiedenen Stellen der gyri eine ganz verschiedene zum Theil eine entgegengesetzte Form. Während sie nämlich an den einander zugekehrten Seitenflächen der gyri ziemlich regelmässige Rechtecke (Fig. 3. bb.) darstellen, sind sie in der Tiefe der concaven sulci dreieckig, mit der Spitze nach aussen, mit der (gebogenen) Basis nach innen (Fig. 3. aa.); auf der Höhe der convexen gyri dagegen zwar auch dreieckig, aber umgekehrt die Basis nach aussen, das verjüngte Ende nach innen gerichtet (Fig. 3. cc). Vorausgesetzt nun, dass alle Zellen einen gleich grossen Abschnitt der grauen Rinde zu ihrer Auflösung in die rückläufigen Fasern nöthig haben (was ja bei der annähernd gleichen Grösse der Zellen annähernd richtig sein muss), so müssen dieselben nothwendig, da sie bald auf der breiten Basis, bald in den dicht aneinander liegenden Spitzen der angegebenen Dreiecke liegen, dort in den Furchen der Windungen weit auseinander, hier auf der Höhe der gyri dicht an einander gedrängt liegen; wie es ja eben thatsächlich der Fall ist: die Zellen finden sich, bei einem mittleren Abstand derselben in den einander zugekehrten Seitenpartien der gyri, an den am meisten convexen Stellen sehr dicht aneinander gelagert, in der Tiefe der sulci dagegen um das 4—6fache ihres Breitendurchmessers von einander entfernt.

Nehmen wir ferner an, dass die Anordnung resp. Verbindung u. s. w. der rückläufigen Fasern jeder Zelle räumlich einen ganz bestimmten gleichgrossen Abschnitt der grauröthlichen Schicht er-

---

der neuesten Auflage seiner Gewebelehre — angiebt, dass die innere grauröthliche Schicht in den Furchen stärker sei. als die äussere graue.

fordert, oder mit anderen Worten, dass einem jeden Zellenverästlungsbezirke ein bestimmtes Quantum grauröthlicher Schicht entspricht, so muss selbstverständlich in den Furchen, wo nur wenige Zellen liegen, diese Schicht schmal und unbedeutend auftreten, dagegen in der Convexität der Windungen mit ihrem grossen Zellenreichthum dick und mächtig sein; und zwar dies um so mehr, als an der breiten Basis der in den Furchen gelegenen Zellenverästlungsbezirke (s. Fig. 4. a a) sich auch die zu jedem derselben gehörige Partie grauröthlicher Schicht breit ausdehnen kann — wodurch die ganze Schicht dünn wird —, während in der Convexität der gyri, wo die Zellen so dicht aneinander liegen, die seitlich zusammengedrängten Partien grauröthlicher Schicht eine beträchtliche Dicke dieser Schicht bedingen: ist sie doch thatsächlich hier 7—8 Mal so dick, wie in den Furchen. — So ist der eigenthümliche Bau der Kleinhirnrinde vollkommen erklärt.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIII.

Fig. 1. Schnitt aus der Kleinhirnrinde vom Menschen, äussere graue Schicht. Nach der Erhärtung (Methode s. Text) mit einer ganz dünnen Carminlösung gefärbt. a Faserbogen, bei a'' isolirt; c Horizontalfasern r bindegewebige Randfasern.

Fig. 2. Gleicher Schnitt, mit Goldchloridlösung behandelt. Ausser den zahlreichen Faserbogen bei r r Randfasern.

Fig. 3. Schematischer Durchschnitt der Kleinhirnrinde, in den Contouren genau nach einem Präparat gezeichnet. G äussere graue, Gr. innere grauröthliche Schicht, M weisse Markschicht, Z die grossen Nervenzellen: bei b in mittlerer, bei e in kleinster, bei a in grösster Entfernung von einander.

Fig. 4. Isolirte Nervenzelle der Kleinhirnrinde; a-d die verschiedenen Formen der seitlichen Aestchen.

Ueber die Mikroskope Nordamerikas.

Von

Dr. H. Hagen

in Cambridge, Massachusetts.

Seit etwa zwei Jahrzehnten ist theils in wissenschaftlichen Werken, theils in der Tagespresse öfters die vorragende Trefflichkeit amerikanischer Mikroskope erwähnt, und namentlich hervorgehoben, dass ihre Leistungen die der europäischen Instrumente wesentlich überflügeln. Ein directer Beweis dafür ist meines Wissens aber nirgends geführt, namentlich findet sich nirgends publicirt, dass irgend Etwas mit amerikanischen Instrumenten gesehen oder nur selbst besser gesehen wäre, als mit europäischen Instrumenten. Die Leistungs-Angaben beschränkten sich zumeist auf hohe Zahlen von Durchmesser-Vergrösserung, die immer einen nur relativen Werth haben. Nach Europa selbst, besonders nach dem Continent sind amerikanische Instrumente nicht gekommen, wenigstens nicht in wissenschaftliche Hände, die ihren Werth geltend gemacht hätten [1]. Die Prüfung eines oder einiger amerikanischer Objective in England, von der Hartig berichtet, ergab auch nur das negative Resultat, dass sie den besten englischen wohl nicht nachständen; ein eigentlich entscheidendes Urtheil ist nicht gefällt. So bildeten die amerikanischen Instrumente bis in die neueste Zeit in Europa eine Art Mythe, zu der Jeder neugierig emporschaute, dem der Fortschritt auf diesem Felde am Herzen lag. Es war natürlich mein Wunsch, diese Instrumente kennen zu lernen, dadurch doppelt rege gemacht,

---

1) Dr. Eulenstein besitzt seit zwei Jahren ein $^1/_{10}$ inch. Objectiv von Tolles.

und in den zwei Jahren meines Hierseins habe ich keine Mühe gescheut, sie sorgfältig zu studiren. Die Mitglieder der mikroskopischen Section der naturhistorischen Gesellschaft in Boston, namentlich Hr. Bicknell in Salem, Hr. Greenleaf in Boston, Hr. Professor Agassiz, Hr. Prof. W. Gibbs, Hr. Edwards in Newyork und Hr. Tolles selbst haben meine Bemühungen in dankenswerther und zuvorkommender Weise unterstützt. Eine Vergleichung liess sich um so eher anstellen, als treffliche englische Instrumente von Ross, Smith und Beck, Pritchard, französische von Chevallier, Oberhäuser, Hartnack, eines von Amici und deutsche von Schieck nnd Kellner mir zugänglich waren. Immerhin muss ich meine gegenwärtige Mittheilung noch als nicht erschöpfend betrachten und hoffe später umfassendere Thatsachen zu liefern.

Natürlich sind auch in Nordamerika schon lange Mikroskope gearbeitet. Ein junger Mann, Edward Bromfield in Boston, der 1745 starb, verfertigte Mikroskope. Wie sehr sie ihm am Herzen lagen, geht schon daraus hervor, dass sein Portrait in Oel auch die Abbildung seines Mikroskopes zeigt. (Memoir of the life of Elizha S. M. Quincy. Boston 1861. 4. p. 254.) Von späteren Künstlern weiss ich nichts. Gegen die Mitte dieses Jahrhunderts lieferte Grunow in Newyork die ersten brauchbaren einheimischen Instrumente, während zahlreiche europäische von allen berühmten Künstlern fort und fort eingeführt wurden. Clarke in Cambridge, durch seine astronomischen Instrumente weit berühmt, scheint sich nur vorübergehend und nicht mit Glück in Mikroskopen versucht zu haben. Spencer begründete in der Mitte der vierziger Jahre den Ruf amerikanischer Instrumente, den Tolles und Wales Bestrebungen gegenwärtig würdig aufrecht erhalten.

Ehe ich zur genaueren Beschreibung der Instrumente übergehe, mag hier gleich mein allgemeines Urtheil Platz finden.

Die mechanische Arbeit ist gut, und hat durchgängig die englische Form, namentlich die von Smith und Beck adoptirt. Etwas Neues von Wichtigkeit ist dabei nicht geliefert. Die Metallarbeit ist bei den guten Stativen, namentlich von Zentmayer genau so gut, wie die beste europäische. Bei andern weniger gut; nirgends besser. Die optischen Mittel, Objective und Oculare, leisten so viel, mit unbedeutenden Schwankungen, wie die besten europäischen, aber nirgends mehr. Im Gegentheil ist Einzelnes von englischen

und französischen Objectiven geleistet, was mit amerikanischen bis jetzt nicht gelungen ist, wie später von mir angeführt werden soll. Jedenfalls ist aber diese Differenz ohne wesentlichen Belang. Neue Fortschritte in der Construction der optischen Mittel sind gleichfalls kaum vorhanden, oder mir bis jetzt unbekannt. Vielleicht ist die Construction der Oculare hier am wesentlichsten zu erwähnen.

Ganz im Allgemeinen lässt sich also das Urtheil fällen, dass die heutigen Instrumente Amerikas nicht die Europas überragen. Die Objective von Tolles und Wales in der letzten Pariser Ausstellung haben den dort vorhandenen europäischen in keiner Weise den Rang abgelaufen.

Ein Nachtheil der amerikanischen Instrumente scheint mir in der Schwierigkeit und Mühe zu liegen, die es erfordert, um ihre ganze Kraft zur Geltung zu bringen. Die höheren Objective erfordern eine sorgsame Correction und so sorgsame Auswahl und Placirung der Beleuchtung, dass man ohne selbe leicht ein falsches Urtheil fällt, und überrascht wird, wenn die Hand des Künstlers selbst mit dem Instrument wesentlich mehr leistet. Mit deutschen französischen und selbst englischen Instrumenten gelingt es leichter und schneller, dieselben Leistungen zu erzielen. Der Umstand, dass der stets gewählte sehr bedeutende Oeffnungswinkel und der meist wirksamere Randtheil der Linsen Blenden ganz ausschliessen (da sie die Wirkung sichtlich schmälern) und eine seitliche oft directe Lampen-Beleuchtung (bis 90°) erfordern, erschwert bedeutend die Arbeit. Jedenfalls ist es mir leicht geworden, bei bestimmten Tagesbeleuchtungen mit französischen und deutschen Instrumenten ein noch brauchbares Bild zu erhalten, wenn der kundige Besitzer starker Objective von Tolles oder Wales erklärte, die Beleuchtung sei nicht geeignet.

Dass diese Schwierigkeit eben nur bei den stärksten Objectiven eintritt, ist selbstverständlich, aber immer ein Hinderniss.

Die Mehrzahl der jetzigen Mikroskopiker hier sind Dilettanten oder Diatomeen-Arbeiter, und diese verlangen mit Vorliebe die hochständigen Instrumente zum Arbeiten beim Lampenlicht. Dass selbe für Jeden, der eben auch andere Arbeiten ausführt und nicht bloss mit trockenen Objecten zu thun hat, nicht vorzugsweise brauchbar sind, ist in der wissenschaftlichen Welt wohl zweifellos geworden. In den Händen von Naturforschern, Pathologen und

Aerzten sind deshalb auch kurzständige europäische Instrumente, da derartige hier nicht gefertigt werden.

Der wesentlichste Nachtheil der amerikanischen Instrumente ist ihr hoher Preis, der es nur Wenigen ermöglicht, sie zu besitzen. Es ist deshalb die Production eine geradezu minime, wenn selbe mit der renommirter Künstler Europas verglichen wird.

Jedenfalls scheint es wahrscheinlich, dass Spencer in seiner Blüthezeit (also etwa 1849) ausgezeichnete Instrumente für jene Zeit lieferte, dass aber gegenwärtig und zwar schon seit lange die Instrumente europäischer Künstler den jetzigen Mikroskopen Amerikas mehr als die Wage halten. Die jetzt wirkenden Künstler Tolles und Wales sind zweifellos ersten Ranges, unablässig bemüht fortzuschreiten und die Wissenschaft zu erweitern. Der ungünstige Umstand, der sie verhindert, ihre Instrumente billiger zu stellen, hemmt aber zweifellos den Einfluss, den sie sonst für die Wissenschaft haben müssten, in sehr erheblichem Maasse.

Ich kann nicht unterlassen zuzufügen, dass schon mein Versuch, ein Urtheil über die hiesigen Instrumente zu fällen und europäische denselben gleich hoch zu stellen, einen Sturm der Indignation unter den hiesigen Mikroskopikern hervorgerufen hat. Ihre Indignation wird mehr erklärlich, wenn man weiss, dass sie fast sämmtlich der Boston optical Association angehören, die bis jetzt ohne Zinsen arbeitet. Ein Dr. Brown, der in Europa studirt hat, machte den Antrag, die Zeit der Gesellschaft ferner nicht zu vergeuden durch ridiculous communications published in some obscure German periodicals — es waren selbe Poggendorffs Annalen u. d. Schriften der Göttinger Academie. Er führte ferner an, dass Virchow, Recklinghausen und andere nicht mit niedrigen Instrumenten arbeiten, weil sie selbe für besser halten, sondern weil sie andere nicht anschaffen können. Denn »Germany is a poor country a very poor country, a ridiculons poor country!«

Charles S. Spencer aus Canastota, New-York, hat eigentlich den Ruf und Ruhm amerikanischer Mikroskope begründet. Vor etwa 20 Jahren lieferte er zuerst Objective von $^1/_{12}$ Zoll Brennweite und $174\,^1/_2{}^0$ Oeffnungswinkel. Seit einigen Jahren hat er sich ganz von den Geschäften zurückgezogen. So weit ich es ermitteln konnte, ist die Zahl der überhaupt von ihm gelieferten Instrumente gering. Das einzige Mikroskop von Spencer, welches ich gesehen, ist im Besitze von Professor L. Agassiz und vor etwa 12 Jahren

gefertigt. Ein gleiches Instrument, zur selben Zeit gearbeitet, besitzt Professor Clark. Professor Agassiz hatte den Auftrag so gestellt, dass Herr Spencer die stärksten und besten Vergrösserungen liefern sollte, die ihm überhaupt zu fertigen möglich seien. Das Instrument würde insofern einen sicheren Beweis für den Werth der Arbeiten Spencers liefern, wären nicht Objective und Oculare, also der ganze optische Apparat von Tolles geliefert. Es ist mir überhaupt noch nicht möglich gewesen Spencers Objective und Oculare zu vergleichen. Jedenfalls ist er aber eine Reihe von Jahren hindurch in dem Vereine mit Tolles der wissenschaftliche Kopf und Leiter der Firma gewesen, etwa wie Frauenhofer gegenüber Utzschneider. Das Gestell ist allein unter Spencers Leitung gearbeitet, in der bekannten Form der Instrumente von Smith und Beck, sehr schwer und stark im Metall, zum Ueberlegen, 25 Zoll hoch. Der Fuss, ein schwerer Dreifuss, und der stark gekrümmte Arm, welcher das Rohr trägt, sind aus Eisen gefertigt. Das Rohr, mit innerer ausziehbarer Röhre, hat vorn am unteren Ende die bekannte englische Schraube und Hebel zur feineren Einstellung, in ungenügender Arbeit. Dagegen ist die gröbere Einstellung durch Zahn und Trieb trefflich. Es liegen zwei gezahnte Stangen neben einander, jedoch so, dass die Zähne alterniren, und in jede ein besonderes Zahnrad eingreift. Die Bewegung ist äusserst sanft und sicher. Die Grösse des Stelltisches, der vermöge der starken Krümmung des Armes flache Schaalen von 8 Zoll Durchmesser anzuwenden erlaubt, war bei der Bestellung vorgeschrieben, und ist zur Untersuchung lebender Organismen zu bestimmten Zwecken praktisch. Mehr als diese Notiz weiss ich über Amerikas berühmtesten Künstler nicht zu geben. Was über seine Instrumente publicirt, findet sich schon bei Hartig gesammelt. In Boston, in Salem und überhaupt in Massachusetts sind Instrumente von Spencer nicht vorhanden. In New-York sollen zwei zu finden sein, doch hat mir einer der ältesten und eifrigsten Beobachter, Herr Edwards, versichert dass auch er nur einmal in seinem Leben Gelegenheit gehabt habe ein Mikroskop von Spencer zu prüfen. Er rühmte die Schärfe, Klarheit und Helle des Bildes. Jedenfalls hat die Einwirkung Spencers auf die Wissenschaft sich wohl nur auf einen sehr kleinen Kreis von Gelehrten beschränkt. Ein competenter kurzer Bericht über seine Leistungen findet sich in Fr. A. P. Barnard Report über die Pariser Aus-

stellung von 1867, Washington 1869 p. 534. Es heisst darin, dass Spencers Mikroskope alle bis dahin existirenden an resolving power übertroffen hätten, und auch jetzt noch mit den besten neueren Instrumenten Stich halten.

Robert B. Tolles, gleichfalls ein Amerikaner von Geburt war früher mit Spencer vereint, arbeitete später in Canastota selbständig, und ist seit drei Jahren Superintendent der Boston Optical Works, einer Actien-Gesellschaft, die optische und ähnliche Instrumente verfertigen lässt. Herr Tolles ist zweifdlles ein denkender Künstler ersten Ranges, jeder lebenden Notorität ebenbürtig. Ich habe theils bei ihm selbst, theils in Boston, Cambridge und Salem eine so beträchtliche Zahl seiner Iustrumente prüfen können, dass hier mein Urtheil auf eigenen Füssen steht.

Die Gestelle seiner Instrumente haben durchweg dieselbe Form wie die hohen Instrumente von Smith und Beck in London. Ein fester Dreifuss, bei den billigeren Instrumenten von lackirtem Eisen trägt zwischen zwei starken Seitenwänden das umzulegende Rohr, in welchem eine auszuziehende Röhre steckt. Bei den grössten Instrumenten ist die ganze Höhe 20 Zoll, Zahn und Trieb zur gröberen Einstellung wie gewöhnlich. Die feinere Einstellung wird durch die bekannte Schraube vorn am unteren Ende der Röhre bewerkstelligt. Ein gerader kurzer Hebel greift in eine Röhre, welche unten das Objectiv trägt, und im Hauptrohre durch eine starke Spiral-Drahtfeder festgehalten wird, eine darauf wirkende kurze Schraube, deren Kopf mitunter eine Grad-Eintheilung besitzt, bewirkt die feine Stellung. Zumeist hat dieser Apparat die Fehler, die sich bei Anwendung eines kurzen Hebels und der Nothwendigkeit die Röhre nicht zu fest einzuschleifen, nicht vermeiden lassen. Dass diese Röhre beim Wechseln der Objective überdiess stets etwas verschoben wird, vermehrt den Fehler, der allerdings nur bei Objectiven von starker Kraft wesentlich sichtbar wird. Die Objective werden zumeist eingeschroben, und haben dann stets die Schraubenweite der London microscopical Society, oder sie werden mit einer Art von Bajonett-Verschluss angefügt. Letztere Instrumente haben dann zumeist noch einen Adaptor, einen kurzen Messingring oben mit dem Bajonett-Verschluss, unten mit der Society-Schraube, um eben auch alle übrigen Objective nützen zu können. Es lässt sich nicht leugnen, dass die allgemeine Einführung dieser Schraube wesentliche Vortheile liefert. Die auszuziehende innere

Röhre des grossen Rohres ist bei den theuren Instrumenten graduirt; unten mit einer Schraube für den Amplifier und zur Einfügung bildumkehrender Apparate. Die Beleuchtung bewirkt ein Spiegel in gewöhnlicher Art, höher oder niedriger und durch einen Doppelarm seitlich zu stellen. Doch wird häufig zur ganz seitlichen Beleuchtung ein besonderer stellbarer Spiegel auf eigenem Stativ allein oder in Verbindung mit einer grösseren Sammellinse oder auch letztere allein benutzt. Condensor und Blenden, für welche unter dem Stelltische die bekannte stellbare Einrichtung vorhanden ist, habe ich nie anwenden gesehen. Der Stelltisch von 5 Zoll Durchmesser ist rund um seine Axe drehbar, und ausserdem durch vier auf demselben oder darunter stehende Schraubenköpfe nach allen Richtungen verstellbar. Eine vorne gerade abgeschnittene Platte liegt auf der dem Beobachter zugekehrten Seite, und dient als Vorlage für die Objecte, wenn mit zurückgelegten Instrumenten gearbeitet wird. Die Oeffnung im Stelltische ist einen Zoll weit und so abgeschrägt, dass Beleuchtung von unten so seitlich als möglich eingebracht werden kann. Die Bewegung des Stelltisches ist sichtlich zu schwer oder unvollkommen, und die Schrauben auf dem Tische jedenfalls hindernd. Zu noch stärker seitlicher Beleuchtung bis 90° hat Tolles einen doppelten Stelltisch gefertigt, oder vielmehr einen zweiten unter dem Tische befestigt, der durch dieselben Schrauben mit dem oberen bewegt wird. Das Object wird unter dem Tische von Klemmfedern gehalten, der mittlere Theil des oberen Tisches entfernt, so dass das Objectiv durch die Oeffnung des Stelltisches hindurchtreten kann. Die doppelte Anzahl der bewegenden Schrauben soll den Vortheil haben, dass bei jeder möglichen Drehung des Tisches die Schrauben demselben Finger leicht zugänglich sind. Ich finde sie nicht praktisch. Wohlfeile sogenannte Studenten Mikroskope von Tolles haben eine einfachere Einrichtung. Die Gestelle sind stets von derselben Form, aber kleiner, die gröbere Einstellung durch Zahn und Trieb, oder einfach mit dem eingeschliffenen Tubus, die feinere Einstellung durch eine auf dem Objecttisch stehende Schraube, die dessen obere Platte hebt, oder durch eine Schraube im oberen Ende des Objectivs, das durch Umdrehung des gezahnten Randes gesenkt oder gehoben wird. Die erste Einrichtung ist mangelhaft, die letzte durch einfachere Mittel zu erreichen. Die Gestelle allein kosten 60 bis 250 Dollar (der Stelltisch allein 100 Dollar!), je nach der Art und Grösse; die der Stu-

denten-Mikroskope sind billiger. Der Wahrheit gemäss muss gesagt werden, dass die Metallarbeit nicht immer vorragend fein und exact genannt werden kann. Die Gestelle von Zentmayer in Philadelphia, die der bekannten londoner und deutschen Künstler, überragen an Sauberkeit der Ausführung die von Tolles. Jedenfalls ist diese Differenz in Betreff der Wirkung der Instrumente nur für den fühlbar, der einen complicirten Stelltisch bedarf, und mitunter bei feiner Einstellung der Objecte.

Der optische Apparat ist zweifellos die bedeutende Stärke der Instrumente, und hier tritt uns der Künstler, der nicht nach gegebener hergebrachter Formel arbeitet, sondern selbstdenkend weiter schafft, in seiner Bedeutung entgegen. Das Glas Flint und Crown bezieht Tolles aus England. Die Färbung spielt mehr in Gelb als Blau hinüber, wenn auch lange nicht so stark wie in den Instrumenten, die Hasert lieferte. Die Farben-Correction soll bei Tolles Linsen (nach Hrn. Edwards Versicherung) zwischen roth bis grün gewählt sein.

Nach dem neuesten, Septbr. 1869 ausgegebenen Verzeichniss arbeitet er drei verschiedene Arten von Objectiven. .

Objective zweiter Qualität, d. h. ohne grossen Oeffnungswinkel und ohne Correctur für Deckgläser, von 2 und 1 Zoll Brennweite für 8 Dollar; von $^1/_4$ Zoll Brennweite für 15 bis 20 Dollar.

Zweitens Objective erster Qualität, mit grossem Oeffnungswinkel, aber ohne Correctur-Vorrichtung,

Von 1 Zoll Brennweite mit 17° Oeffnungswinkel (20 Doll.), mit 25° bis 30° (23 D.); mit 35° (28 D.); mit 40° (35 D.)

Von 2 Zoll Br. (23 D.)

Von $^1/_2$ Zoll mit 25° bis 40° (23 D.)

Von $^1/_4$ Zoll mit 40° bis 70° (26 D.)

Von $^1/_8$ Zoll mit 70° bis 80° (35 D.)

Drittens Objective erster Qualität mit Correction:

$^1/_{20}$	Zoll	Brennweite	mit 175° (180 D.)
$^1/_{15}$	»	»	mit über 160° (125 D.)
$^1/_{15}$	»	»	mit oder weniger als 160° (120 D.)
$^1/_{12}$	»	»	mit oder über 165° (115 D.)
$^1/_{12}$	»	»	mit oder weniger als 160° (80—100 D).
$^1/_{10}$	»	»	5 Dollar mehr als $^1/_8$.
$^1/_8$	»	»	mit 160° bis 175° (80 D.)
$^1/_8$	»	»	mit 140° bis 160° (75 D.)

1/8 Zoll	Brennweite	mit weniger als 140° (65 D.)
1/5 u. 1/6 Zoll	»	zu denselben Preisen mit 1/4.
1/4 Zoll	»	mit 90° bis 110° (40 D.)
1/4 »	»	mit 130° (50 D.)
1/4 »	»	mit 150° (60 D.)
1/4 »	»	mit 170° (70 D.)
4/10 »	»	mit weniger als 90° (40 D.)
4/10 »	»	mit 90° bis 110° (45 D.)
1/2 »	»	mit 60° (35 D.)
1/2 »	»	mit 60° bis 80° (40 D.)

Die Preise sind, wie aus obigen Angaben ersichtlich, sehr hoch, übrigens wie Alles hier nach dem Kriege bedeutend erhöht. Ein Preisverzeichniss von 1863 hat zumeist 15 bis 20 Dollar weniger für jedes wenigstens der theureren Objective. Die französischen und deutschen Objective, zumal die schwächeren, kosten nur den dritten oder vierten Theil, und selbst die englischen Objective der renommirtesten Firmen sind (nach den Angaben in Frey's »Mikroskop«) meistens so viel billiger, dass sie unerachtet der immensen Einfuhrsteuer noch mit Vortheil importirt werden können. Die Einfuhrsteuer betrug bisher 15% des Werthes; jetzt wird aber 45% des Werthes erhoben, da durch eine Lücke im Steuer-Gesetz das New-Yorker Zollhaus Mikroskope und was dazu gehört einfach als Kupferwaare! ansieht, aber die Steuer nach dem Werthe der Instrumente berechnet. Die Absurdität wird einleuchtender, wenn man bedenkt, dass ein astronomisches Instrument von 20,000 Dollar Werth eine Steuer von 9000 zutragen könnte. Natürlich bringt diese Steuer dem Staate keinen Nutzen, da wenig eingeführt wird, und nützt selbst den einheimischen Fabrikanten wenig, da ihre enormen Preise nur einer geringen Zahl den Kauf gestatten.

Die Arbeit der Objective von Tolles ist trefflich. Sie haben durchgängig die hohe Kegelform der englischen Objective und werden in soliden Messingbehältern verschlossen. Die Corrections-Vorrichtung entfernt nur die untere Linse von den beiden andern und wird durch einen vorragenden graduirten Rand bewirkt, der auf eine innenliegende Feder durch eine Schraube wirkt. Die schwächeren Objective haben nur zwei Gläser (von 2 bis 1 1/2 Zoll Brennweite), alle übrigen drei. Die untere Linse ist für Lampenbeleuchtung oder für Immersion oft mit einer andern Linse zu verwechseln eingerich-

tet. Die Form der von Tolles gewählten Linsen ist folgende nach Mittheilung von Hrn. Edwards:

Die unterste (3) dreifach: Crown, Flint, Crown, unten planconcav, oben meniscus;

die mittlere (2) doppelt: Flint, Crown, unten planconcav, oben biconvex;

die obere (1) dreifach ähnlich der unteren Linse.

Bei einzelnen Microscopen fand ich Angaben mitgegeben, ob die Objective für centrirte oder schiefe Beleuchtung, für Tageslicht oder Lampenlicht zu brauchen seien. Ich habe mit Ausnahme älterer Objective keines gesehen mit $^1/_7$ und mehr Brennweite, das für centrale Beleuchtung gut wirkte. Dies ist auch offenbar der einfache Grund, weshalb alle Blenden und Diaphragmen sorgfältig entfernt werden. Die Leistungsfähigkeit verringert sich wesentlich bei ihrer Anwendung, wie ich mich mehrfach überzeugt habe. Die Objective von $^1/_{10}$ und mehr sind meist für Immersion eingerichtet, doch habe ich zwei ältere (sie gehören zu dem Instrument von Spencer in Prof. Agassiz Besitz) geprüft von $^1/_{10}$ und $^1/_{27}$ Brennweite. Das letzte ist das stärkste, welches ich gesehen habe. Die schwachen Objective sind mitunter combinirt, so dass ein Objectiv von 1″ nach Entfernung der unteren Linse ein Objectiv von $1^1/_2$″ gibt.

Einem gedruckten Preis-Courant, der einem 1863 gelieferten Instrumente beigegeben ist, entnehme ich Folgendes:

Die Wirkung der Objective, namentlich das klare Bild der am feinsten gestreiften Testobjecte selbst bei Objectiven von mittlerer Stärke beruht auf der gänzlichen Veränderung der Formel ihrer Construction und Annahme einer neuen (von Tolles) berechneten Formel. Dieselbe erlaubt die Anwendung jedes jetzt gebräuchlichen Materials selbst für die grössten Oeffnungswinkel und also auch die Anwendung der dauerhaftesten Glassorten. Die Wirkung der Objective ist so characterisirt: $^1/_2$″ und $^4/_{10}$″ zeigt Pl. angulatum gefleckt (well dot) gut bei centraler Beleuchtung; $^1/_5$″ mit 150° zeigt die Streifen von Grammatophora von Providence; $^1/_5$″ mit 90° zeigt dieselben unter günstigen Umständen bei der Grammatophora von Greenport; $^1/_4$″ ohne Correction zeigt die Linien von Pl. angulatum; $^1/_8$″ zeigt die Linien von Hippocampus.

Tolles hat neuerdings noch zwei besondere Objective zu bestimmten Zwecken construirt. Eine Immersions-Linse von 1″ Brennweite, oder vielmehr im Wasser von $^3/_4$″, zur Beobachtung lebender

Organismen für 16 Doll., und ein Objectiv für opake Objecte mit Beleuchtung von oben durch ein eingeschobenes Prisma. Zwischen die unterste und mittelste Linse ist seitlich ein kleines Glasprisma eingeschoben, welches bei Vergrösserungen von $^1/_2''$ und $^1/_4''$ noch hinreichend Licht gewährt.

Die Oculare sind entweder Huyghens negative Oculare, oder sogenannte »solid« Oculare nach Tolles Patent, oder orthoskopische »solid« Oculare. Ich habe mehrere der sogenannten solid Oculare genau untersucht. Ein Ocular B mit 10maliger Vergrösserung zeigt folgende Verhältnisse. Die untere Linse ist einfach, ein dickes Glasstück, eigentlich eine Coddington-Linse, biconvex, die obere Fläche stärker gewölbt. Die Linse ist 10 Linien hoch, die unteren zwei Drittel von 11 Linien Diameter; das obere Drittel ist eingeschnürt und $9^1/_2$ Linien Diameter. Die Brennweite der Linse ist 1 Zoll. Die obere doppelte Linse planconvex, $5^1/_2$ Linien Diameter und 1 Zoll Brennweite.

Ein anderes viel stärkeres Ocular bestand nur aus einer einfachen Coddington-Linse, die obere Fläche fast halbkugelförmig. Die $5^1/_2$ Linien hohe Linse hat unten $5^1/_2$ Linien Diameter, der obere eingeschnürte Theil $3^1/_2$ Linien. Die Brennweite war kaum 1 Linie. Die Vergrösserung der Oculare ist sehr stark, nach den Angaben Hrn. Bicknell's wie folgt: A 7mal; B 10mal; C 17mal; D 25mal; E 40mal; F 50mal; G mir unbekannt, aber stärker als F. Auch H und I sind gefertigt.

In dem erwähnten Preiscourant von 1863 heisst es: Tolles liefert »solid« Oculare, negative mit weitem Gesichtsfeld, nur mit zwei brechenden Flächen, die dadurch Licht sparen und ein deutlicheres Bild geben, nach seinem Patente vom 25. Septbr. 1855. Die solid Oculare werden auf Wunsch auch mit einem Mikrometer geliefert, der in die Substanz der durchgeschnittenen Linse im Focus der dem Auge zugekehrten Fläche eingeschnitten ist. Es ist dann die obere Linse des Oculars verstellbar für die Sehweite des Beobachters. Gleichfalls werden orthoskopische Oculare geliefert.

In dem neuesten Preis-Courant sind von Huyghens Ocularen nur die Nummern A, B, C, von solid Ocularen die Nummern D bis G, von orthoskopischen die Nummern B und die folgenden vermerkt.

Zum optischen Apparate gehört noch der Amplifier, der aber nur auf Bestellung geliefert wird, für 12 Dollar. Es ist ein con-

caves Glas, in die untere Oeffnung der Auszugsröhre einzuschrauben. Die Vergrösserung wird dadurch verdoppelt und das Sehfeld verflacht. Unerachtet Tolles selbst seine Wirkung sehr hoch stellt, wird er doch nur sehr selten angewendet.

Ich habe gegenwärtig eine beträchtliche Anzahl von Tolles gelieferter Mikroskope gesehen und mehrfach prüfen und studiren können, so dass ich mir ein bestimmtes Urtheil über sie erlauben darf. Es sind darunter neun Instrumente grösster Art, zum Theil in den letzten zwei Jahren geliefert, und ebenso viel sogenannte Studenten-Mikroskope gleichfalls neuester Arbeit. Zur Prüfung habe ich vorzugsweise Pleurosigma angulatum, Surirella gemma und eine 19bandige Platte von Nobert benutzt.

Ein Objectiv von $1/7''$ zeigte im Gesichtsfelde die ersten $12\frac{1}{2}$ Binden der Tafel Noberts; die 9 ersten gut aufgelöst, die übrigen unaufgelöt. Auch die 13. bis 19. Binde war nur als Binde sichtbar. Ein Objectiv von $1/10''$ mit Ocular C zeigte, wenn die 19. Binde genau in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht wurde, noch 18. 17 und die halbe 16. Binde. Die Linien in allen waren fast scharf getrennt, jedoch nicht so, dass ich alle hätte zählen können. Ich konnte in 19. etwa 40 zählen, der Rest lief ineinander. Tolles selbst zählte zwischen 40 und 50. Auch die Binden 16 bis 18 gaben die Striche nicht deutlicher. Die früheren meine ich aufgelöst gesehen zu haben. Die Beobachtung wurde mit sehr schief und direct einfallendem Lampenlicht gemacht und von Tolles selber die Einstellung vorgenommen.

Pleurosigma angulatum gab ein treffliches Bild, mit scharf begrenzten runden Flecken. Surirella gemma zeigte nur an einzelnen Stellen Längsfelder zwischen den Querlinien, jedoch nicht so deutlich, noch so regelmässig wie in Hartnack's Zeichnung. Meist waren die Querlinien nur wie gekerbt; die Längslinien am Aussenrande waren sehr deutlich.

Später habe ich bei Tageslicht und zwar nur mittelmässig guter Beleuchtung $1/10''$ und $1/15''$ geprüft auf Grammatophora subtilissima und Navicula rhomboides. Bei letzterer erschienen die Längslinien quer getrennt.

Die schwächeren Objective lieferten verhältnissmässig gute klare Bilder.

Soweit ich die Microscope von Tolles kenne, liefern sie zumeist bei Lampenbeleuchtung und sehr schief einfallendem Licht die

stärkste Wirkung. Ich muss jedoch hinzufügen, dass die Mehrzahl der Beobachter hier nur Abends arbeitet. Es sind zumeist Dillettanten, die Diatomeen studiren und desshalb wohl ihre Instrumente so construirt zu haben wünschen. Ferner habe ich gesehen, dass die Instrumente von Tolles selbst eingestellt wesentlich mehr leisten, als in der Hand anderer Beobachter, selbst des geübten Besitzers. Tolles hat über jedes von ihm gelieferte Objectiv Buch geführt, und ich habe gesehen, dass er, nachdem er sein Buch zu Rathe gezogen, für Correction und Beleuchtung wesentlich mehr leistete, als es andern Beobachteen, selbst bei angestrengter Bemühung, möglich war. Meines Erachtens müssten alle derartige Notizen dem Käufer mitgegeben werden. Es ist zweifellos eine Eigenthümlichkeit der Microscope von Tolles, dass ihre Behandlung mühevoll und mehr als subtile Anstrengung erfordert, um den vollen Effect zu erzielen. Bei Darstellung der Nobert'schen Platte brauchte Tolles selbst wohl eine halbe Stunde, bis das Bild ihm ganz genügte. Jedenfalls ist diese Schwierigkeit der guten Einstellung kein Vorzug, und in Leichtigkeit der Behandlung selbst bei hohen Objectiven sind die Instrumente von Hartnack und Schieck wesentlich bequemer.

Die Anwendung starker Oculare ist in neuerer Zeit in Europa stets aus wissenschaftlichen Gründen zurückgewiesen. Ich gestehe, dass ich durch die Instrumente von Tolles hier belehrt bin. Seine starken und selbst stärksten Oculare geben gute, scharfe und klare Bilder und zeigen vom Detail mehr als die schwächeren Oculare. Es liegt also die Vermuthung nahe, dass eben die veränderte Formel seiner Objective dies ermöglicht, oder mit andern Worten, seine Objective stärkere Oculare vertragen. Soweit ich es zu beurtheilen vermag, liefert der Randtheil der stärkeren Objective wesentlich bessere Bilder als das Centrum. Desshalb werden auch alle Blenden sorgfältig entfernt, wie Tolles sich ausdrückt, weil er sie nicht brauche. Einen besonderen Werth legt er darauf, dass sich seine starken »solid« Oculare vorzugsweise gut in der Wirkung mit schwachen Objectiven verbinden, und ich habe ein $^1/_4''$ Objectiv in Verbindung mit Ocular E (40mal vergr.) gut arbeiten gesehen.

Soll ich mein Urtheil über die optische Wirkung der Mikroskope von Tolles abgeben, so geht die Wirkung genau so weit, wie die gleich starken Instrumente von Hartnack, Smith und Beck Powell und Lealand, Schieck und Anderen. Das »unsurpassed.

in excellence by any in the world« in Hrn. Barnards Bericht ist doch wohl nicht richtig, da bis jetzt keines der Objective von Tolles die 16. bis 19. Binde in Noberts Platten völlig auflöst, was mit $^1/_{16}$ von Powell und Lealand gelungen, und ebenfalls nicht Surirella gemma auflöst, was Hartnack's $^1/_{16}$ thut[1]). Das Objectiv $^1/_{27}$ von Tolles älterer Construction erlaubt noch die Anwendung von Deckgläschen von $^1/_{10}$ Millim., gab aber jedenfalls im Detail weniger als die gegenwärtig von ihm gelieferten $^1/_{15}$.

Die Angabe von Hr. Barnard, dass die Objective von Tolles und Wales auf der Pariser Ausstellung nicht zur vollen Geltung hätten kommen können, da die Künstler nicht Stative mitgesendet hatten, ist doch nicht recht fasslich, da hier dieselben Objective häufig mit englischen Stativen und Ocularen ohne irgend bemerkbaren Nachtheil verbunden und benutzt werden, und derartige Stative waren ja auch in Paris genug vorhanden. Haben sich die Objective dort nicht ausgezeichnet, so dünkt mich der Schluss einfacher, dass sie nicht mehr oder selbst nicht einmal so viel als die anderen geleistet haben. Die unleugbare Schwierigkeit ihrer Behandlung fällt hier um so .weniger ins Gewicht, als gerade der Berichterstatter damit völlig vertraut war.

Abgesehen davon, dass Tolles stets nur hochständige Instrumente liefert, die für Jeden, der nicht immer mit trockenen Objectiven arbeitet, zweifellos unzweckmässig sind, stehen auch seine Stative gegenüber denen von Zentmayer und vielen europäischen zurück, so dass gegenwärtig selbst hier die Stative von Zentmayer entschieden vorgezogen werden. Es macht einen einigermassen komischen Eindruck, wenn hier die sämmtlichen Vertheidiger hochständiger Instrumente behaupten, das Arbeiten mit zurückgelegtem Tubus sei vortheilhafter, da der ungebeugte Hals den Blutandrang zum Kopfe hindere. Ich sage komisch, wenn man weiss, dass in Europa seit Jahrzehnten jährlich mehrere tausend Instrumente mit niedrigem Stande verkauft und ohne Nachtheil benutzt werden. Ich bemerke übrigens ausdrücklich, dass die neuesten von Tolles gelie-

---

1) Ich bemerke übrigens ausdrücklich, dass, wenn Tolles Objective S. gemma auch nicht völlig auflösen, ich durch $^1/_{10}$ von Tolles mehr von S. gemma gesehen habe, als durch alle sonst von mir benutzten Objective.

ferten Stative in Feinheit der Arbeit. Stelltisch ausgenommen, wesentlich die älteren übertreffen.

Ein zweiter und meines Erachtens wichtiger Nachtheil seiner Instrumente ist die Schwierigkeit ihres Gebrauches. Um sie so einzustellen, dass sie ihre volle und äusserste Wirkung entfalten, bedarf es selbst bei geübten Händen subtiler Arbeit und längerer Zeit. In dieser Hinsicht werden sie in den höheren wie in den schwächeren Vergrösserungen von englischen, französischen und deutschen Instrumenten wesentlich übertroffen. Ich habe gerade auf diesen Punkt hin in den letzten Monaten Fleiss und Mühe gewandt und kann dessen Richtigkeit versichern. Uebrigens ist, abgesehen von der Mangelhaftigkeit der Schraube zur feinen Einstellung, auch die Correctionsbewegung der Objective nach beiden Richtungen nicht dieselbe, wenigstens verschieden bei einigen neuen Objectiven, die mir vorgelegen haben.

Ein dritter wesentlicher Nachtheil ist der enorme Preis. Ein Instrument für 450 Dollar von Tolles hat genau dasselbe optische Vermögen wie eines für 90 bis 100 Thaler von Hartnack und Schieck, und eines zu 600 Dollar dieselbe Leistung mit denen von 140 bis 160 Thaler der erwähnten Optiker.

Die sogenannten Studenten-Mikroskope, die Tolles jetzt liefert. haben ein Ocular B und zwei Objective zweiter Qualität von 1 Zoll und $^1/_4$ Zoll, im Ganzen 60- und 280mal vergrössernd. Sie kosten 50 bis 70 Dollar und gehen in ihrer Wirkung nicht so weit, wie die Instrumente, die Schieck, Hartnack und Andere für 15 Thaler liefern.

Die Vorzüge und Eigenthümlichkeiten der Mikroskope von Tolles bestehen meines Erachtens in Folgendem. Die Objective haben bei gleicher Stärke vielleicht ein grösseres Gesichtsfeld, doch habe ich wenigstens ein Objectiv gesehen. in welchem dadurch die sphärische Correction litt; die Binden der Nobert'schen Platte krümmten sich sichtlich. Jedenfalls habe ich aber mehrfach starke Objective geprüft. die dies nicht zeigten. Ein wichtiger Vortheil scheint mir in der Construction der Oculare zu liegen und in der Möglichkeit, so starke Oculare mit seinen Objectiven mit Vortheil benutzen zu können. Uebrigens bemerke ich, dass starke Objective von Schieck Oculare von Tolles mit 25- und selbst 45maliger Vergrösserung mit Vortheil vertrugen. Ich gedenke die Wirkung

der Oculare von Tolles genauer und nach einem bestimmten Plane zu studiren.

Die Immersions-Linse von 1 Zoll Focus von Tolles zur Beobachtung lebender Organismen leistete treffliche Dienste und ist gewiss ein Fortschritt. Auch die Beleuchtung opaker Objecte durch das zwischen die unterste und mittelste Linse des Objectivs eingeschobene Prisma schien mir für bestimmte Zwecke sehr vortheilhaft und ist Tolles eigenthümlich. Der von Hamilton Smith in Geneva, New-York, angegebene Beleuchtungsapparat ist davon wesentlich verschieden. Er leitet das Licht durch eine Oeffnung im Tubus oberhalb des Objectivs auf einen Spiegel im Innern des Rohres, der das Licht von oben her in das Objectiv wirft.

Ich habe auch von Tolles ein sogenanntes umgekehrtes Mikroskop nach der von Dr. J. Lawrence Smith in Louisville, Kentucky, angegebenen Form gesehen, wie bei Harting p. 771 abgebildet. Es war zu Beobachtungen über Entwicklung im Wasser lebender Organismen bestimmt und kostete über 500 Dollar. Ich habe es nicht so genau geprüft, um ein bestimmtes Urtheil darüber fällen zu können.

Endlich hat Tolles ein eigenthümliches binoculares Mikroskop construirt, oder vielmehr einen binocularen Aufsatz, der wie ein Ocular in jedes Instrument eingesetzt werden kann. Die Construction ist ihm eigenthümlich und von Barnard in dem erwähnten Bericht p. 541 genau beschrieben. Das Instrument wird bezeichnet als: stereotomic, which expresses a division geometrically or mechanically made by cutting through the solid represented by the bundle of rays. Ich habe nur ein Instrument gesehen, bei welchem die mechanische Einstellung der Bilder jedoch nicht gelang. Gegenwärtig hat er eines fertig, das Treffliches leisten soll.

Mit Absicht habe ich so ausführlich bei Tolles verweilt. Zweifellos ist Tolles ein denkender Künstler ersten Ranges, unermüdet nach allen Seiten einen Fortschritt seiner Kunst anzubahnen. Jedenfalls wird sein Name stets eine ehrenvolle Stelle neben den ersten Künstlern in seinem Fache behaupten. Die Zahl der von ihm gegenwärtig gelieferten Instrumente beträgt nach Angabe des Agenten der Association jährlich wenigstens 30.

William Wales in Fort Lee, Bergen Co, New-Jersey, ein Engländer von Geburt, hat früher bei Smith und Beck in London gearbeitet. Er war bisher mit G. Wale, einem Amerikaner, ver-

eint, der vorzugsweise die Metallarbeit lieferte. Letzterer hat sich aber jetzt in New-York selbstständig etablirt. W. Wales liefert übrigens nur den optischen Apparat. Stative fertigt er nicht, oder nicht in brauchbarer Art, so dass für seine Objective stets Stative von Zentmayer oder Tolles benutzt werden. Ich habe auch Oculare nicht von ihm gesehen. In der Beurtheilung seiner Instrumente mischt sich hier, wie es scheint, eine Art von Localpatriotismus. Während in Neu-England meist Tolles' Instrumente bevorzugt werden, ertheilt New-York seinem Künstler die Palme.

Die Preise sind geringer als bei Tolles, doch existirt kein gedruckter Catalog.

$^{1}/_{40}$ bis $^{1}/_{30}$ Zoll mit 160° Oeffnungswinkel kostet	120	Doll.	Gold.
$^{1}/_{15}$	75	»	»
$^{1}/_{10}$ bei 135° bis 165°	70	»	»
$^{1}/_{8}$ und $^{1}/_{5}$		?	
$^{4}/_{10}$ bei 175°	40	»	»

Die Metallarbeit der Objective ist wie bei Tolles, doch soll die Correction eine andere Einrichtung ohne Feder besitzen und dadurch nach beiden Seiten gleichmässig wirken. Soweit ich es beurtheilen kann (mir haben stets nur kurze Zeit die Objective vorgelegen) schien allerdings die Bewegung gleichmässiger. Nach Mittheilungen von Herrn Edwards, dem ich den grössten Theil meiner Angaben über Wales verdanke, ist seine Formel verschieden.

Die untere (Front-) Linse Nr. 3 ist dreifach: Crown, Flint, Crown, und zwar die convexe Seite stärker als eine Halbkugel.

Die mittlere Linse Nr. 2 concav-convex, Flint, Crown, soll einen grössern Oeffnungswinkel gestatten; ihr Durchmesser ist beträchtlich grösser als der von der Front-Linse.

Die obere (Back-) Linse Nr. 1 ist biconvex und dreifach.

Die Objective sind auch für Lampenlicht zu arrangiren und zwar bei Wales durch Verwechselung der oberen (Back-) Linse, während bei Tolles die Front-Linse gewechselt wird. Eine lange Metall-Röhre wird zu diesem Zwecke aus dem Objectiv von oben her ausgeschroben und in seine untere Oeffnung die zu wechselnde Linse eingeschroben. Die nicht benutzte Linse ist an den Metalldeckel der Objectiv-Kapsel festzuschrauben. Die Behauptung, dass bei Verwechselung der Back-Linse die Centrirung des Objectivs weniger leide als bei Verwechselung der Front-Linse, eine Behaup-

tung, die für Wales Einrichtung angeführt wird, scheint mir bei der Länge der inneren Röhre doch zweifelhaft.

Wales braucht Flintglas aus England bezogen, und Plate-(Spiegel)Glas für Crown. Die achromatische Correction seiner Linsen soll zwischen violett und gelb liegen. Die Objective haben ein schönes weisses Licht. Die Centrirung ist trefflich, wie ich durch ein als Ocular benutztes Objectiv mich überzeugte.

Bei seinen stärksten Objectiven ist die unterste (Front-)Linse einfach, aus Crown-Glas, die mittlere dreifach, die obere doppelt. Ich habe von seinen Objectiven mehrfach $^4/_{10}$, $^1/_5$, $^1/_8$, $^1/_{10}$, $^1/_{15}$ geprüft auf P. angulatum, S. gemma, N. rhomboides.

Das Objectiv von $^4/_{10}$ ist ausgezeichnet und dem gleichnamigen von Smith und Beck ebenbürtig. Wahrscheinlich wird es also auch nach derselben Formel gearbeitet sein. Die Objective von $^1/_8$ und $^1/_{15}$ lösten bei Tageslicht S. gemma nicht so gut auf, als Tolles $^1/_{10}$ bei Lampenlicht. Auch für N. rhomboides schien mir $^1/_{15}$ gegen Tolles zurückzustehen, und ein derartiges Objectiv vertrug schiefe Beleuchtung nur mit sichtlichem Verlust der Achromasie. Im Grossen und Ganzen wird man der Wahrheit gerecht werden, wenn man sagt, dass Wales Objective den von Tolles ebenbürtig sind. Die Differenzen werden unbedeutend und bei verschiedenen Objectiven vielleicht zu Gunsten von Wales sein. Mr. Edwards, ein eifriger Verfechter der Objective von Wales, versichert, dass er mit $^1/_{15}$ neuester Construction bei künstlicher Beleuchtung Sur. gemma in reguläre Hexagone wie P. angulatum aufgelöst habe, genau wie Mr. Mayall im London Quarterl. Journ. of microsc. Soc. beschreibe. Ich habe dasselbe Objectiv aber nur bei Tageslicht gesehen, wobei es nicht mehr leistet, als ich oben angab. Ein $^1/_5$ zeigte bei Tageslicht und seitlicher Beleuchtung durch ein Glasprisma bei P. angulatum alle drei Systeme von Lienen deutlich, aber stark farbig.

Auch Wales liefert einen Amplifier in Form eines Meniscus, der nach Rutherfords Form für photographische Zwecke corrigirt ist. Bis jetzt habe ich keine Auskunft über seine Wirkung erhalten können.

Jos. Zentmayer in Philadelphia 147 South Str., 4. Str., ein Deutscher, früher bei Smith und Beck in London, ist mir nur durch seine ausgezeichneten Stative bekannt. So viel mir bekannt und mehrfach versichert ist, fertigt er keine Gläser. Jedes Gestell,

welches ich sah, etwa ein Dutzend, hatte Objective und Oculare von Tolles oder Wales oder Smith und Beck. Die Form der Stative ist die von Smith und Beck und Tolles, die Metallarbeit sehr sauber und eigen. Die Einrichtung der gezähnten Stange zur groben Bewegung, wie bei Smith und Beck, ist sehr schön. Selbe liegt auf einem Stahlprisma, das an den Tubus geschroben und in zwei schräge Stahlflächen des Gestelles eingeschliffen. Ein vorragender Rand dicht hinter der gezähnten Stange greift in eine eingeschliffene Rinne des Gestelles. Durch diese Vorrichtung ist der Tubus augenblicklich aus dem Gestell zu entfernen und genaue Reinigung des Ganges möglich. Auch Tolles arbeitet die Gestelle jetzt in derselben Weise. Die feinere Bewegung ist wesentlich besser als bei den Instrumenten von Tolles. Es wirkt nämlich der Hebel hier nicht direkt auf die das Objectiv tragende Röhre, sondern auf eine doppelte Wiege wie beim Schiffscompass, wodurch eine gleichmässigere Bewegung selbst bei den stärksten Objectiven vermittelt wird. Der Stelltisch wird bei den grösseren Instrumenten durch seitliche Schrauben bewegt, ist nach beiden Richtungen graduirt, um seine Axe drehbar und vortrefflich. Der Preis eines solchen Stativs ist 200 Dollar. Ein etwas kleineres Stativ, sein sogenanntes Army Hospital Mikroksop, kostet 150 Dollar und ist gleichfalls trefflich gearbeitet. Der Stelltisch wird sehr einfach durch eine geschliffene Glasplatte gebildet, hinten durch eine starke Klemmfeder auf den Tisch gedrückt. Seine Bewegung ist sehr sanft. Zentmayer soll jährlich etwa 100 Stative liefern; ich habe ein Instrument, Nr. 580 bezeichnet, gesehen. Eine ihm eigenthümliche Blende besteht aus zwei nebeneinander liegenden und durch eine Schraube zu bewegenden Cylindern. Auf ihre Fläche ist eine Rinne angebracht, die sich langsam erweitert, so dass beim Drehen die Grösse der Blende stetig und bequem vermehrt oder vermindert werden kann.

Herr Clark in Cambridge, seit Jahren bekannt durch die Herstellung der berühmten astronomischen Instrumente für Cambridge und Chicago, hat auch früher Mikroskope geliefert. Ich habe nur ein etwa 10 Jahre altes gesehen mit 1 Zoll und $1/4$ Zoll Objectiven von untergeordneter Bedeutung.

H. W. Grunow in New-York ist hier der älteste lebende Verfertiger von Mikroskopen. Ich habe von ihm ein grosses etwa 10 Jahre altes Instrument gesehen, im Besitz von Prof. Sillimann in New-Haven. Das sehr sauber gearbeitete Stativ hat die Form der

Instrumente von Pritchard. Die Objective von 1 Zoll und 1/2 Zoll. Das Instrument schien vorzugsweise zur Beobachtung von Crystallen und Polarisations-Erscheinungen bestimmt. Das Ocular zum Messen eingerichtet. Näheres vermag ich nicht zu berichten.

Ein zwei Jahre altes Mikroskop von Grunow, ausschliesslich für chemische Zwecke bestimmt, hatte 2 Objective von 1 Zoll und 1/2 Zoll und zwei Oculare. Das Bild war gut und scharf. Der sehr sauber gearbeitete Stand hat für die grobe Bewegung eine eigenthümliche Einrichtung. Das grosse Rad hatte an Stelle des Triebrades eine geschliffene Walze. Auf der Vorderseite des Tubus lagen jederseits zwei geschliffene Walzen. Das Instrument bewegt sich leicht und sicher einfach durch die Reibung zwischen den Walzen. Die feine Bewegung hebt den Tisch nach oben mit einer unten stehenden Schraube. Ein aufgeschliffenes Glas, von Klemmfedern gehalten, gewährte als Stelltisch eine bequeme Bewegung.

Die Endigung der Hautnerven.

Von

C. I. Eberth.

Mit Taf. XIV.

Die folgenden Untersuchungen wurden an der Haut des Menschen, Kaninchen, Meerschweinchen, Hundes und der Katze angestellt. Die Hauptobjecte waren jedoch der Mensch und das Kaninchen, nachdem von den übrigen Thieren wegen des störenden Hautpigments abgesehen werden musste. Die vielfach verästelten, oft leicht varicösen Ausläufer der Pigmentzellen in den tiefsten Lagen der Oberhaut, wie sie selbst in den weissbehaarten Hautstellen des Meerschweinchens sich finden, können zu leicht mit vergoldeten Nerven verwechselt werden, dass es gerathen schien, diese Klippe zu vermeiden. Deshalb wurden von Kaninchen nur Albinos benutzt, deren Oberhaut vollkommen pigmentlos ist.

Die Methode bestand in der Anwendung einer $^1/_2$—1procentigen Lösung von Goldchlorid, worin ich kleine Hautstücke $^1/_2$—4 Stunden und darüber verweilen liess. Die frische, noch warme Haut scheint mir weniger geeignet als die etwa seit einer Stunde erkaltete. Für eine sehr vollkommene Vergoldung empfehlen sich schmale Hautstreifen; man erhält übrigens auch an etwas grösseren Stücken, z. B. an solchen von 2—3 Millimeter Seite aus den dicken Lippen des Kaninchens oft eine sehr vollständige Reaction bei etwas prolongirter Einwirkung des Reagens. Schon der grösseren Handlichkeit der Präparate wegen habe ich meistens dieses Verfahren eingeschlagen. Von dem Menschen wurde die Haut verschiedener Körpergegenden, frischen Leichen oder amputirten Gliedern entnommen, von dem Kaninchen die Haut des Kopfes und der Lippen nach Entfernung der Haare benutzt. Drei bis fünf Tage nach Anwendung der Goldlösung ist dann auch in den tieferen Partieen der Objecte die Reduction und die Erhärtung eine so vollständige, dass man nun an die Anfertigung der Schnitte gehen kann.

Bei gelungener Reaction erkennt man leicht in der Cutis des Menschen ein reiches Geflecht dunkelrandiger Nervenbündel, die sich nach oben in ein Netz feiner Fäserchen und Faserbündel auflösen. Diese verlieren bald ihre Markscheide und treten als feine Achsencylinder mit aufliegenden spindelförmigen Kernen senkrecht und schräg in die Papillen. Langerhans hat diese Verhältnisse bereits so treu in Wort und Bild geschildert, dass ich auf eine weitere Darstellung verzichte. Nur darauf möchte ich noch besonderen Nachdruck legen, dass die letzten feinsten Nerven, die ich bis unmittelbar unter das Epithel verfolgte, freie Fäserchen sind und dass kein terminales Netz existirt.

Viel leichter als die Darstellung der in die Oberhaut tretenden Nerven gelingt der Nachweis der durch Langerhans aufgefundenen eigenthümlichen Zellen in derselben (Fig. 1). Es sind dies stern- und spindelförmige Gebilde, oft mit einem deutlichen Kern versehen, die mit ihrem Längsdurchmesser senkrecht oder schräg zur Hautoberfläche gestellt sind und nach oben 5—8 theils einfache, theils getheilte Ausläufer entsenden, während ziemlich constant gegen die Cutis nur ein kürzerer Fortsatz oder auch 2 sehr kleine Fortsätze verlaufen. Die Lage dieser Gebilde ist das eigentliche Stratum lucidum, dessen unterste Schichte die Leiber derselben einnehmen, während die Enden ihrer feinen Fortsätze nahe unter der äusseren Grenze dieser Schicht liegen.

Die Fortsätze dieser Zellen sind leicht varicös, ihre äussersten Enden oft knopfförmig angeschwollen, der centrale Fortsatz dagegen läuft mitunter in eine feine Spitze aus. Sie bieten die gleiche Reaction auf Chlorgold, wie die Cutisnerven, wenn auch die Bindegewebskörper der Haut nicht oder weniger gebläut sind, ein Umstand, der vielleicht gegen ihre bindegewebige Natur sprechen dürfte. Auf Flächenschnitten erscheinen diese Körper als schmale, in kleine Spitzen ausgezogene Spindeln und Sterne, deren seitliche Ausläufer öfter mit denen ihrer Nachbarn anastomosiren (Fig. 7).

Was die Bedeutung dieser Elemente betrifft, so bin ich ebensowenig wie Langerhans hierüber ins Klare gekommen, ja ich kann nicht einmal sagen, „dass ich den Zusammenhang derselben mit Nerven gesehen zu haben glaube“. Auch den Gedanken möchte ich abweisen, dass sie amöboide Zellen der Epidermis seien, da sie constant und ihre Lage eine so bestimmte ist.

Bezüglich ihres Vorkommens sei noch erwähnt, dass ich sie in der Haut des Handrückens und der Fingerbeere, des Armes, der weiblichen Brustwarze, der Ferse, im Nagelbette und in der äusseren Wurzelscheide der Haare gefunden habe.

Bei dem Kaninchen ist die Anordnung der Cutisnerven im Allgemeinen die gleiche. Aus dem Netz theils markhaltiger, theils blasser Nerven treten feine Fasern ziemlich steil in die zwischen den Haarbälgen gelegenen groben Papillen. Diese Nerven sind theils dunkelrandig, theils marklos. Im ersten Falle verlieren sie bald das Mark und dringen als feine Fasern in die Malpighische Schicht, wo sie mit einer leichten Anschwellung an der Grenze zwischen dieser und der untersten Zellschicht des Stratum lucidum enden. Bei jenen Fasern, welche höher hinauf Mark führen, scheint eine zarte bindegewebige Scheide den Axencylinder bis zu seinem Eintritt in die Epidermis zu begleiten. Die äussersten Fasern der Cutis sind immer marklos. Die Zahl dieser Nerven scheint eine ziemlich geringe, ich zählte an vielen gelungenen Präparaten zwischen 2 benachbarten Haarbälgen immer nur eine Faser (Fig. 4, Fig. 6).

Viel grösser ist der Nervenreichthum in der nichtbehaarten Haut, wie an den Lippen, besonders an den Uebergangsstellen der Mucosa in die äussere Haut. Auch das Netz blasser Fasern ist hier sehr entwickelt. Die gröbere Vertheilung bietet wenig Abweichendes von den anderen Localitäten.

Die Nerven der langen Papillen kommen theils aus diesem Netze, theils unmittelbar von den feinen Nervenstämmen, durchsetzen als blasse leicht varicöse Fädchen die Papillen, um durch deren Spitzen senkrecht in die Oberhaut zu treten. Die Oberhautnerven sind feine varicöse Fädchen, die sich mitunter theilen und bis in die äusseren Lagen des Stratum lucidum sich erstrecken, wo sie mit leicht knopfförmigen Anschwellungen endigen. Die Zahl der aus den Papillen tretenden Nerven ist nicht gering, ich zählte nicht selten Büschel von 5—7 Fasern. (Fig. 2, 3 und 8.)

Zwischen den Papillen wie in den seitlichen Partien dieser finden sich nur sehr wenig Nerven.

Eine Trennung der Papillen in Nerven- und Gefässtragende ist nach dem Mitgetheilten nicht zulässig. Ich habe wenigstens stets neben den Capillaren auch Nerven beobachtet. Ob dies Verhalten aber für alle Hautpartien Geltung hat, wage ich nicht zu entschei-

den. Auch stern- und spindelförmige Zellen finden sich in dem Stratum lucidum behaarten Hautstellen. Dieselben sind aber im Allgemeinen spärlich und ihre Fortsätze kurz. Verbindungen derselben mit Nerven habe ich bis jetzt noch nicht constatiren können

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIV.

Fig. 1. Senkrechter Schnitt durch ein vergoldetes Hautstück des Handrückens.
a. Grenze des Papillarkörpers, b. Grenze des Stratum lucidum gegen die Hornschicht, c. sternförmige Zellen. Hartnack System 9 und Ocular 3.

Fig. 2. Senkrechter Schnitt durch die vergoldete Haut des Lippenrandes eines weissen Kaninchens.
a. Grenze des Papillarkörpers, b. äussere Grenze des Stratum lucidum, c. Nerven im Rete Malpighi nach unten in die Nerven zweier Papillen sich fortsetzend. Immersion 9 Ocular 2 Hartnack.

Fig. 3. Aus dem vorigen Object. a. Grenze des Papillarkörpers, b. Grenze des Stratum lucidum, c. Hornschichte. d. Nerven. Immersion 10 und Ocular 3 Hartnack.

Fig. 4. Senkrechter Schnitt durch eine stärkere Hautpapille zwischen 2 Haarbälgen aus der Wangenhaut eines weissen Kaninchens. a. Rete Malpighi, b. Hornschicht, c. Nerv. Immersion 10 Ocular 2 Hartnack.

Fig. 5. Querschnitt durch einen Haarbalg der Haut des Handrückens vom Menschen.
a. unterste Zellenlage der Malpighischen Schicht, b. Stratum lucidum mit sternförmigen Zellen, c. Hornschicht, d. Haar.
System 8 Ocular 3 Hartnack.

Fig. 6. Senkrechter Schnitt durch die Gesichtshaut des Kaninchens.
a. Grenze der Cutis, b. Haarbälge, c. Oberhaut, d. Haare, e. Nervenenden in der Malpighischen Schicht.
System 5 Ocular 3 Hartnack.

Fig. 7. Horizontalschicht durch die Haut der menschl. Fingerbeere.
a. Zellen des Stratum lucidum, b. sternförmige Zellen.
Immersion 10 und Ocular 3 Hartnack.

Fig. 8. Senkrechter Schnitt durch den Lippenrand eines weissen Kaninchens.
a. Papillen, b. Oberhaut, c. Grenze des Stratum lucidum, d. Hornschicht, e. Nervenenden in der Oberhaut die bei f in die Nerven der Papillen sich fortsetzen.
System 7 und Ocular 3 Hartnack.

Beschreibung eines Mikrotoms.

Von

Wilhelm His.

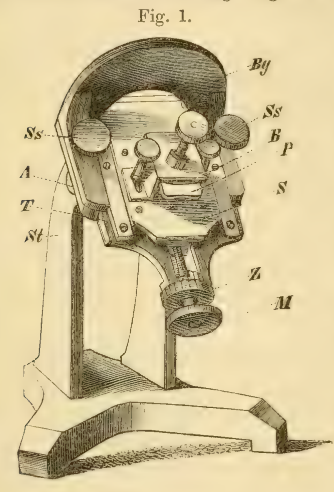
Mit 2 Holzschnitten.

In meinen »Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes« (S. 181) habe ich eines Apparates gedacht, der mir bei entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten zur Herstellung feiner Durchschnitte gedient hat. Da ich im verflossenen Jahr wiederholt über den Apparat befragt worden bin, so gebe ich im Nachfolgenden dessen versprochene Beschreibung.

Zur Herstellung von mikroskopischen Schnitten sind bekanntlich eine Anzahl von Vorrichtungen, vom Valentin'schen Doppelmesser ab, bis zum Hensen'schen Queerschnitter angegeben worden. Im Allgemeinen besteht bei den praktischen Mikroskopikern ein gewisses Misstrauen gegen diese Apparate, und so werden sie auch in den gangbaren Lehrbüchern der Mikrotechnik meist sehr kurz abgefertigt. Ich habe dieses Misstrauen getheilt, bis ich durch die Noth zu dessen Ablegung gezwungen worden bin. — Zur Entscheidung mir gegebener Fragen sollte ich vor einigen Jahren Sagittalschnitte von Hühnchenembryonen vom zweiten Tage anfertigen. Bei Tage langer Arbeit brachte ich es dahin, einzelne leidliche Schnitte aus freier Hand zu bekommen, indess doch nur sehr unsichere und mit unverhältnissmässigem Zeitaufwand. Unter diesen Umständen wandte ich mich an Herrn Professor Hensen, der kurz zuvor seines Queerschnitters Erwähnung gethan hatte und der auch so gut war, mir ein Exemplar dieses Instrumentes zu besorgen. Der Apparat, im 2. Bande dieser Zeitschrift beschrieben, ist bekannt-

lich zum Schneiden unter dem Mikroskope eingerichtet. Dies Bedürfniss schien mir für meine Zwecke weniger drängend, als die regelmässige Vorschiebung des gehörig orientirten Objectes unter der Schneide. Ich combinirte den Apparat mit einem verschiebbaren Objecttische, und da auch hierbei gewisse Uebelstände sich ergaben, wandte ich mich an die bekannte Werkstätte für die Anfertigung physikalischer Apparate in Genf[1]). Das Ergebniss der schriftlichen Berathungen mit deren Chef d'Atelier, Herrn Schmidtgen, ist die Herstellung des Apparates gewesen, den die beistehende Abbildung Fig. 1 in halber Grösse wiedergiebt.

Fig. 1.



Die Bedingungen, die der Apparat erfüllt, sind folgende:

1) Sichere Führung der Schneide, trotzdem dass das Messer nicht mit dem Apparate fest verbunden ist.

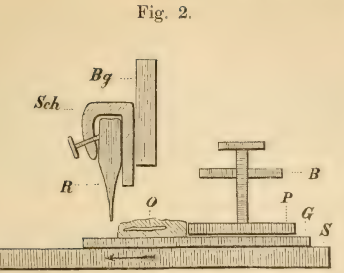
2) Leicht berechenbare, parallele Verschiebbarkeit des Objectes unter der Schneide.

3) Sichere Orientirung des Objectes zur Schnittrichtung.

Auf dem Stativ St ruht (in einer Axe A gegen den Horizont drehbar) der Tisch T. Auf ihm gleite, von 2 Schienen gefasst, ein Schlitten S, welcher durch eine Mikrometerschraube vor und rückwärts geschoben werden kann. Ein Zeiger Z zeigt in Millimeterbruchtheilen die Grösse der Verschiebung an. Ein Bügel B sitzt dem Schlitten auf, und dient dazu, um mittelst der herabschraubbaren Platte P einen Guttaperchastreifen (G Fig. 2) [s. folg. S.] zu fixiren. Letzterer bildet die Unterlage des zu schneidenden Objectes O. Der Tisch ist überragt von einem Stahlbogen Bg, unter welchem durch die Drehung der Mikrometerschraube das Object durchgeführt werden kann. Der Stahlbogen kann, da er

1) Société Genevoise pour la construction d'instruments de physique. Chemin Gourgas 113, Plainpalais, Genève.

Fig. 2.



in einer Fuge gleitet, am Tisch verschoben, in beliebiger Stellung durch die Stellschrauben Ss fixirt, oder auch behufs leichterer Objectbefestigung vom Tisch abgenommen werden.

Die Schnittführung geschieht von freier Hand mittelst eines Rasirmessers (R Fig. 2), das an der einen Seite plan angeschliffen ist. Beim Schneiden führt man seine plane Fläche längs der planen Fläche des Stahlbogens. Die Führung gewinnt an Sicherheit bei Anwendung einer breiten Messingschiene (Sch Fig. 2), die zur Aufnahme des Messers eingerichtet ist. Das Object pflege ich in der Regel, nach vorausgegangener Erhärtung, in Paraffin einzuschliessen. Fig. 2 giebt wohl eine genügende Vorstellung von der Objectbefestigung sowohl, als von der Weise der Schnittführung.

Ueber die Anwendbarkeit des Apparates nur wenige Worte. Ich bediene mich desselben seit 1866, und habe in dieser Zeit wohl über 5000 Schnitte damit angefertigt. Ohne den Apparat hätte ich, wie Andere, unzweifelhaft manchen schönen Schnitt anzufertigen vermocht, allein sicherlich nicht diese grosse Zahl. Ich habe also an Zeit und daneben auch an Material gewonnen. Allein noch höher als dieser, an und für sich sehr wichtige Gewinn schlage ich den Umstand an, dass mir der Apparat eine Präcision der Arbeit erlaubt hat, welche bei der Schnittführung mit einer Hand niemals möglich gewesen wäre. Er hat mir nämlich möglich gemacht, ununterbrochene Schnittfolgen der untersuchten Objecte zu gewinnen. Die Gewinnung plastischer Anschauungen durch synthetische Combination von Durchschnittsbildern ist unstreitig ein weiter und mühsamer Umweg, aber er ist nicht zu umgehen überall da, wo die Objecte zu fein sind, um uns ihr Relief unmittelbar zu enthüllen. Wie wichtig aber für solche Reconstructionen plastischer Anschauungen und Durchschnittsbilder die Lückenlosigkeit der Schnitte seien, das wird jeder bald erfahren, der sich die Mühe nimmt, seinen Anschauungen in einem bildsamen Material in Wachs oder in Thon Körper zu geben. So ist mir für embryologische Untersuchungen

das neue Mikrotom allerdings völlig unentbehrlich geworden. Ein anderes Object, für das es wohl sehr brauchbar sich erweisen könnte, ist die Netzhaut. Ich mache z. B. darauf aufmerksam, dass man mit Hülfe des Apparates leicht eine sehr genaue Topographie des gelben Fleckes gewinnen könnte. Vielleicht möchte es auch bei mancher Untersuchung kleinerer Thiere nützlich sich erweisen, wogegen ich seine Bedeutung zur Erforschung massiger Organe weniger hoch glaube anschlagen zu müssen.

Die Dicke der Schnitte hat man für histologische Zwecke genügend in der Hand, indess ist klar, dass eine genaue Messung der Dicke jedes einzelnen Schnittes mit Hülfe der Mikrometerschraube nicht möglich ist. Das stärkere oder schwächere Andrücken des Messers an die Stahlplatte wird Fehler bedingen, die uncontrollirbar sind. Dagegen ist es möglich, eine gewünschte mittlere Schnittdicke einzuhalten, indem man einen Abschnitt von gegebener Länge in eine gegebene Anzahl von Scheiben zerlegt.

Den Preis des Apparates berechnet das Genfer Atelier mit 120 Francs.

Feine Canülen zu Einstich-Injectionen vom Mechaniker Schokking in Amsterdam.

Mitgetheilt von

Dr. G. Schwalbe.

Bei meinen Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges habe ich mich vielfach feiner Einstich-Canülen bedient, die mir der Mechaniker Schokking in Amsterdam von vorzügliche Güte und Feinheit geliefert hat. Da dieselben in jeder Beziehung alle mir aus anderen Quellen bekannt gewordenen derartigen Canülen übertreffen, halte ich es für gerechtfertigt, auf dieselben in diesem Archiv aufmerksam zu machen.

Der genannte Mechaniker liefert die Canülen von verschiedener Stärke. Sie sind sämmtlich aus Silberstahl gebohrt und von gleichmässig conischer Gestalt. Ihre Länge beträgt 20 bis 22 Mm. Die feinsten besitzen am hinteren Ende einen Durchmesser von 1 Mm., an der Spitze dagegen nur von $^1/_4$ Mm., während das Lumen hinten $^1/_3$ Mm., an der Spitze $^1/_7$ Mm. weit ist. Die Wanddicke beträgt demnach an der Spitze der Canüle ungefähr $^1/_{18}$ Mm. Die Spitze ist unter einem Winkel von 40° gegen die Axe des Röhrchens abgeschliffen.

Diese feinsten Canülen kosten 6 Gulden. Die Preise der gröberen richten sich nach der Feinheit der Spitzen-Oeffnung und sind folgende:

Spitzen-Oeffnung		$^1/_6$	Mm.	im Durchmesser:	fl.	5
»	»	$^1/_5$	»	» »	»	4
»	»	$^1/_4$	»	» »	»	3
»	»	$^1/_3$	»	» »	»	$2^1/_2$

Graduirte Spritzen von Messing kosten 7 bis 9 Gulden. Die bestellten Canülen können aber auf jede Spritze passend gemacht werden, wenn dieselbe bei der Bestellung an den Mechaniker mitgeschickt wird. Die Adresse desselben ist: J. A. J. Schokking Amsterdam, Spui.

Ein neues Präparir-Mikroskop.

Von

Carl Zeiss

in Jena.*)

Hierzu ein Holzschnitt.

Das einfache Mikroskop in seiner bisherigen Construction als Doublet, Triplet ist auch in der besten Ausführung mit dem Mangel behaftet, dass bei steigender Vergrösserung der Abstand zwischen Object und unterer Linsenfläche rasch abnimmt; daher das Präpariren unter demselben bei über 30facher Vergrösserung schon sehr behindert, von 60facher Vergrösserung an so gut wie unmöglich gemacht ist, wozu noch kommt, dass die geringe Höhe der Doublets den Beobachter zu einer sehr unbequemen Kopfhaltung nöthigt.

Beide Nachtheile sind vollständig beseitigt durch eine neue Linsencombination, bei welcher durch Verbindung eines einfachen, doppelten oder dreifachen achromatischen Objectivsystems mit einer Ocularlinse ein Spielraum der Vergrösserung von 8—150 linear in angemessenen Abstufungen, und selbst bei der schärfsten Vergrösserung noch ein Objectabstand von 8—9 Mm. erreicht wird, während durch die Länge der Hülse, welche das Ganze bildet, in Verbin-

---

*) Dem Wunsche des Herrn Zeiss, obige Anzeige und Beschreibung seines neuen Präparirmikroskopes in diesem Archiv zu veröffentlichen, entspreche ich gern, da ich mich von den vorzüglichen Leistungen seiner neuen Linsencombination überzeugt habe, mit Hülfe deren bei 100—150 facher Vergrösserung noch bequem mit Nadeln präparirt werden kann. Das Ocular ist wie bei der Brücke'schen Loupe eine Concavlinse.

Max Schultze.

dung mit den grossen Objectabständen, dem Auge die für die Kopfhaltung sehr bequeme Höhe von 70—80 Mm. über dem Objecttische angewiesen wird. Dabei ist namentlich bei den stärkeren Vergrösserungen das Gesichtsfeld erheblich grösser als bei entsprechenden Doublets, während die Vollkommenheit des Bildes wenigstens in dem mittleren Theile des Gesichtsfeldes der beim zusammengesetzten Mikroskope gewohnten nicht nachsteht.

Die Abstufung der Vergrösserung wird erreicht: 1) indem man das untere Linsensystem für sich ohne die das Ocularglas tragende Hülse benutzt (welche zu dem Zweck abgeschraubt werden kann) und zwar entweder die obere Linse allein, oder die beiden obern Linsen allein, oder das ganze System. [In solchem Fall erhält man die Wirkung sehr vollkommener Doublets von 15, 20 und 30facher Vergrösserung.]



2) durch Verbindung der genannten drei Objectivcombinationen mit dem schwächeren der beiden beigegebenen Oculare, wodurch der Reihe nach die Vergrösserungen 40, 60, 100 mit den Objectabständen 27, 16, und 9 Mm. erzielt werden. Endlich

3) indem man das ganze Objectivsystem mit dem zweiten schärferen Ocularglase verbindet, wodurch bei nahezu gleichem Abstande die Vergrösserung auf 150 steigt.

Hierzu wird geliefert ein solid gearbeitetes metallenes Stativ, ähnlich dem von Nachet, welches vorstehender Holzschnitt in halber Grösse darstellt. Grosser feststehender Tisch, Bewegung der Linsen in senkrechter Richtung durch Zahn und Trieb; an dem Tisch sind ein paar mit Leder überzogene Flügel eingeschoben zum Auflegen der Hände beim Präpariren. Beleuchtung mittelst eines verhältnissmässig grossen Hohlspiegels, der nach allen Seiten beweglich und so eingerichtet ist, dass er auch zur Beleuchtung von oben statt einer Sammellinse benutzt werden kann, was vorzugsweise bei Lampenbeleuchtung Vortheil bietet.

Das Ganze in einem polirten Mahagoni-Etuis in Form eines Schränkchens, inclusive Linsen kostet . . . . 21 Thlr.

Dasselbe mit dem Spiegel im Fuss nur zur Beleuchtung von unten . . . . 20 Thlr.

Der oben beschriebene rein optische Theil passt auch auf meine schon seit einer Reihe von Jahren gefertigten Stative zum einfachen Mikroskop und kann mittelst eines Zwischenringes zu den andern derartigen Stativen verwendet werden, zu welchem Zweck er auch für sich allein mit den beiden Ocularlinsen in besondern Etuis abgegeben wird zu . . . . 9 Thlr.

Stativlupe, auch zum Gebrauch aus freier Hand geeignet, nach Art der Brücke'schen Lupe in kleineren Dimensionen; 6fache Vergrösserung, 8 Centimeter Focalabstand . . . . 3 Thlr.

Dieselbe Lupe mit Stativ mit Kugelbewegung . . . 7 Thlr.

Druckfehler.

Seite	121	Zeile	11	statt	Zwischenraum	lies	Innenraum.
»	169	»	30	»	Zellen	»	Zotten.
»	170	»	28	»	α.	»	d.
»	170	»	36	»	ϱ	»	ζ

Die becherförmigen Organe der Zunge.

Von

Hans v. Wyss,

Assistent am pathol.-anat. Institut zu Zürich.

Hierzu Taf. XV.

Die Frage nach den Endapparaten der Geschmacksnerven beim Menschen und bei den Säugethieren ist fast gleichzeitig von Schwalbe und Lovén[1]) in einer im Wesentlichen genau übereinstimmenden Weise, welche die bisherigen Beobachtungen weit übertraf, beantwortet worden. Behufs leichterer Uebersicht theilte Schwalbe die von ihm untersuchten Zungen hinsichtlich der Gestalt und Stellung der auf denselben vorkommenden Papillae circumvallatae in drei Gruppen. Die erste umfasst diejenigen Zungen, bei welchen bloss zwei grössere Papillae vallatae sich finden, die zweite zeigt die Papillen in grösserer Anzahl zu beiden Seiten des Zungengrundes und die dritte endlich begreift diejenigen Zungen in sich, wo die beiden Papillenreihen in einem Winkel zu einander stehen, dessen Spitze von der hintersten medialen Papille gebildet wird. Zu dieser letzten Gruppe gehört auch die Zunge des Menschen, wo das sogenannte Foramen coecum, oder vielmehr die diesem entsprechende Papilla vallata die Spitze des Winkels bildet.

1) Dieses Archiv. IV. pag. 96 u. 154.

Auf den ersten Blick mag diese Eintheilung äusserlich und willkürlich erscheinen. Dem ist aber in der That nicht so. Wie ich zeigen werde, dient sie allerdings mit einigen Erweiterungen und Modificationen dazu, die Zungen der Säugethiere in ganz bestimmte Gruppen zu sondern, die sich hinsichtlich der Anordnung ihrer Geschmacksorgane scharf unterscheiden lassen. Diese Eintheilung fällt aber keineswegs mit derjenigen der Säugethiere überhaupt zusammen. Die Pflanzenfresser besitzen anders gebaute Zungenpapillen als die Fleischfresser und wiederum unter den erstern die Nagethiere andere als die Wiederkäuer. Für die Eintheilung sind aber neben der Vertheilung der Papillen auf der Zungenoberfläche noch mehrere andere Gesichtspunkte in Berücksichtigung zu ziehen. Dazu gehört vor allem das Verhalten der einzelnen Formationen der Zungenwärzchen zu einander, das Vorkommen secundärer Papillen auf den Papillae vallatae und fungiformes, sowie endlich ganz besonders die Anordnung der von Schwalbe und Lovén auf der Säugethierzunge entdeckten becherförmigen Organe.

Bezüglich des ersten Punktes finden sich bei manchen Thieren die vom Menschen her schon längst bekannten Papillae filiformes, fungiformes und circumvallatae in scharf ausgesprochener Weise wieder, während bei andern sich Uebergänge zwischen den Papillae vallatae und fungiformes zeigen. Die Papillae filiformes kommen ohne Ausnahme bei allen von mir untersuchten Thieren vor, haben aber für die Frage nach den Geschmacksorganen keine weitere Bedeutung. Als eine den eigentlichen Papillen verwandte Bildung muss besonders das eigenthümliche beim Kaninchen vorkommende, aus kleinen Schleimhautfalten bestehende Organ, die Papilla foliata, angeführt werden, deren Beschreibung ich an anderer Stelle[1]) schon in Kürze gegeben habe. Weitere Untersuchungen haben mir nun gezeigt, dass Andeutungen desselben auch bei andern Thieren vorkommen.

Die secundären Papillen zeigen nicht weniger charakteristische Verschiedenheiten. Bei der einen Gruppe ist die Epithelbekleidung der Papillae circumvallatae und fungiformes glatt. Das Epithel steigt in Gestalt länglicher Zapfen zwischen die secundären Papillen

---

1) Med. Centralblatt; 1869. No. 35.

hinein und bildet somit eine Schicht von sehr variabler Dicke. Bei der andern dagegen erheben sich die secundären Papillen etwas über das Niveau der Zungenwärzchen, während die Epitheldecke nahezu von derselben Mächtigkeit bleibt.

Wenn im Ganzen das Vorkommen und die Gestalt der als Becher bezeichneten Epithelbildungen sich gleichmässig verhält, so sind doch feinere Variationen in Bezug auf Grösse und innern Bau vorhanden, die indessen ebenfalls nicht zufällig wechseln, sondern charakteristische Unterschiede bedingen. Die von mir angestellten Untersuchungen beziehen sich auf den Menschen, das Rind, Schaf, Schwein, Pferd, Igel, Hund, Katze, Kaninchen, Eichhorn und Ratte. Diese Thiere lassen sich hinsichtlich der eben aufgestellten Gesichtspunkte ungezwungen in fünf Gruppen theilen.

I. Gruppe. Die Papillae circumvallatae et fungiformes sind scharf von einander geschieden. Erstere stehen auf dem Grund der Zunge in einem Winkel zu einander, dessen Spitze dem Foramen coecum, resp. der am tiefsten in ihre Grube eingesenkten Papilla vallata entspricht. Die Fungiformes dagegen stehen unregelmässig über die ganze Zungenoberfläche vertheilt. Die secundären Papillen finden sich nur auf der freien Fläche der Papillae vallatae und fehlen der in der Grube versteckten Seitenfläche. Die becherförmigen Organe sind in grosser Anzahl auf der Seitenfläche der Papillae vallatae vertheilt. Sie besitzen einen ausgesprochen kolbenförmigen Bau mit schmaler Basis und breitem Kopf, der sich rasch zu der das Epithel durchdringenden Spitze verschmächtigt. Mensch.

II. Gruppe. Zwischen den Papillae fungiformes und vallatae finden sich zahlreiche Uebergangsformen. Oft ist der Wall nicht vollständig, welcher die Papillen umgibt. Diese selbst sind schmächtiger als die eigentlichen vallatae. Daneben finden sich breitere Papillen ohne Wall. Die Papillae vallatae stehen in zwei ziemlich parallelen Längsreihen je zur Seite des Zungengrundes und nehmen nach hinten an Mächtigkeit zu. Die Papillae fungiformes sind mehr unregelmässig über die ganze Zungenoberfläche vertheilt. Die secundären Papillen finden sich überall auf der Aussen- wie der Seitenfläche der Papillae vallatae. Die Epithelbedeckung ist eben und sendet zapfenförmige Vorsprünge zwischen die secundären Papillen hinein. Die letztere Anordnung kehrt auch auf den Papillae fungiformes wieder. Ueberall da, wo sich Becher finden, flachen sich die secundären Papillen ab und die zwischen ihnen gele-

genen Epithelzapfen werden daselbst kürzer. Die Becher liegen im Epithel der Papillae vallatae am Seitenabhang derselben mit ihrer Spitze gegen den ringförmigen Graben gekehrt und dahin frei ausmündend. Auf den Papillae fungiformes kommen sie ebenfalls vor und zwar in geringer Anzahl auf ihrer Oberfläche. Ihre Gestalt ist etwas schmächtiger als bei der ersten Gruppe, der Hals länger, der übrige Bau sonst derselbe. Rind, Schaf.

III. Gruppe. Es finden sich bloss zwei grosse Papillae vallatae je zur Seite der Mittellinie. Die Papillae fungiformes kommen zwar über die ganze Zungenoberfläche zerstreut vor, zeigen sich jedoch vorzugsweise in etwas unregelmässiger Reihe gestellt in der Nähe des Seitenrandes der Zunge. Sowohl die freie, wie die Seitenfläche der Papillae vallatae ist vielfach zerklüftet. Secundäre Papillen finden sich überall auf denselben mit Ausnahme der Becherregion. Sie ragen frei in ziemlich ansehnlicher Länge über die Oberfläche der Papille hervor, was derselben ein fein zottiges Ansehen gibt, und das Epithel überzieht die zwischen den secundären Papillen gelegenen Partien in einer Schicht von ziemlich gleichbleibender Mächtigkeit. Die Papillae fungiformes tragen ebenfalls secundäre Papillen an ihrem Seitenabhang in gleicher Gestalt wie diejenigen der Papillae vallatae. Die Anordnung und der Bau der Becher auf diesen ist derselbe wie bei der vorigen Gruppe. Sie kommen aber auch auf den Papillae fungiformes vor und zwar in geringer Anzahl auf der von secundären Papillen freien Oberfläche. Schwein, Pferd.

IV. Gruppe. Die Papillae vallatae et fungiformes sind nicht immer deutlich von einander geschieden und ihre ganze Erscheinung ist unbedeutender wie bei den vorigen Gruppen. Sie sind kleiner an Umfang und prominiren weniger über die Zungenoberfläche. Ihre Stellung zu letzterer ist eine nicht ganz regelmässige. Im Ganzen ist sie ähnlich wie bei Gruppe I, jedoch fehlt die Papille, welche die Spitze des Winkels bildet und es kommen ausser diesen Papillen noch andere von gleicher Grösse mit und ohne Graben in dem vordern Zungenabschnitt vor. Secundäre Papillen, welche bei den vorigen Gruppen constant waren, fehlen hier durchaus. An ihrer Stelle finden sich bloss mehr oder weniger tiefe, unregelmässig vertheilte Einkerbungen, namentlich in der Seitenwand der Papillen, welche derselben ein etwas höckeriges Ansehen verleihen. Mithin ist es nicht zu verwundern, wenn wir die Anordnung der Becher hier nicht in der Zierlichkeit und Regelmässigkeit vorfinden, wie

sie uns die vorigen Gruppen zeigen. Immerhin ist ihr Sitz derselbe auf dem Seitenabhang der Papillae vallatae frei gegen die Grube ausmündend. Wo eigentliche Papillae fungiformes vorkommen, zeigen sich auch bei diesen die Becher auf ihrer freien Oberfläche. Ihre Erscheinung ist aber hier entsprechend der viel schwächeren Ausbildung des gesammten Papillenapparates bei dieser Gruppe unbedeutender. Ihr Bau jedoch ist derselbe wie bei den vorigen Gruppen. Igel, Hund, Katze.

V. Gruppe. Die Papillae vallatae sind entweder paarig vorhanden oder es findet sich nur eine einzige. Im ersten Fall stehen sie auf dem Zungengrund zu beiden Seiten der Medianlinie, im letztern Fall steht die Papille auf derselben. Wo Papillae fungiformes vorkommen, sind sie als feine Punkte zerstreut über die Zungenoberfläche eben noch mit blossem Auge sichtbar. Von secundären Papillen findet sich hier keine Andeutung. Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal dieser Gruppe von der vorigen liegt aber in der Anordnung der Becher. Sie kommen nämlich einmal in geringer Anzahl am gewohnten Orte auf den Papillae circumvallatae vor. Ihr Hauptsitz ist jedoch in einem bald mehr, bald weniger deutlich makroskopisch sichtbaren Organe zu beiden Seiten des Zungengrundes nahe der Stelle, wo die Schleimhaut rechtwinklig in diejenige des Kehldeckels umbiegt. Sie sitzen hier in der Seitenwand von seichteren oder tieferen Gruben der Schleimhaut, welche in verschieden grosser Anzahl parallel neben einander liegen. Zwischen den Gruben erhebt sich die Schleimhaut in mehr oder weniger prominenten Falten von gleicher Anzahl. Die Analogie dieses Organs mit den Papillae vallatae wird am einleuchtendsten, wenn man sich die kreisförmige Papille sammt ihrem dazu gehörigen Graben abgeplattet denkt. Der Bau der Becher stimmt im Ganzen vollständig überein mit dem der vorigen Gruppen. Kaninchen, Eichhorn, Ratte.

Vorstehende Gruppirung soll keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit oder absolute Gültigkeit machen. Sie soll einfach dazu dienen, die Uebersicht über die grosse Mannigfaltigkeit zu erleichtern, mit welcher der gesammte Papillenapparat der verschiedenen Thiere in seiner Gestalt wechselt, zugleich aber die Gesetzmässigkeit des Baues der Papillen hervorzuheben, der sich in dem wesentlichsten Punkte, nämlich in der Bestimmung, die becherförmigen Organe (Geschmacksapparate) zu tragen, immer gleich bleibt.

Ich will nun den Bau und die Anordnung dieser Gebilde bei den einzelnen Thieren einer gesonderten Betrachtung unterwerfen und dasjenige besonders hervorheben, was eigene Beobachtungen entweder neu oder von frühern Untersuchungen abweichend ergeben haben.

I. Gruppe.

Mensch. Zum Studium der becherförmigen Organe des Menschen ist es durchaus erforderlich, sich möglichst frischer Zungen zu bedienen. Fünf Stunden post mortem darf für gewöhnliche Verhältnisse als äusserster Termin angesehen werden, um die Zunge noch hinreichend frisch zu erhalten. Wird diese Zeit überschritten, so erhält sich oft von dem ganzen Epithel der Papillae vallatae nichts mehr als die unterste Schicht, die ganz besonders fest haftet. Ist die Zunge genügend erhärtet, so sind nun senkrechte Schnitte durch die Papillae vallatae mit dem umgebenden Wall am geeignetsten, die Anordnung der Becherorgane sichtbar zu machen.

Das Stroma der Papille besteht aus einem sehr dicht verfilzten Bindegewebe, dessen zu stärkern Balken vereinigte Bündel sich in der mannigfaltigsten Weise kreuzen und durchflechten. Ein reich entwickeltes Capillarnetz und zahlreiche Nerven durchziehen dasselbe. Auf der freien Oberfläche erheben sich zahlreiche secundäre Papillen von nicht bedeutender Höhe, zwischen welche sich das Epithel in Gestalt dicker, kurzer Zapfen hineinsenkt, so dass die Oberfläche der Papille durchaus glatt erscheint. Auf der Seitenwand bildet das Epithel eine Schicht von ziemlicher Mächtigkeit. Zu äusserst, d. h. unmittelbar dem Graben zugewendet, liegt eine Schicht gewöhnlicher, grosser Plattenepithelien. Dieser folgt eine dickere Lage rundlicher, kleinerer, grosskerniger Zellen, die oft den Charakter der Stachelzellen zeigen und zu innerst endlich, unmittelbar dem Stroma aufsitzend und mit ihm fest verbunden, kommen keulenförmige, nach aussen abgerundete Zellen vor, an denen der Kern später oft undeutlich wird. Denkt man sich die Seitenfläche einer Papilla vallata in drei Zonen getheilt, so gewahrt man, entsprechend dem mittlern Drittheil, eine rings um die Papille verlaufende Zone von etwas hellerem Aussehen schon bei schwacher Vergrösserung. Nimmt man diese etwas stärker, so überzeugt man sich leicht von dem Vorhandensein begränzter Gebilde im Epithel, die auf dem senkrechten Durchschnitt übereinander liegen und sich theilweise, d. h. da, wo sie am breitesten sind, berühren. Ihre Gestalt lässt

sich in der That am besten mit der eines Bechers oder einer Knospe vergleichen. Die Anzahl der Becher, welche auf einem senkrechten Durchschnitt einer Papilla circumvallata übereinander liegen, beträgt fünf bis sechs im Mittel. Diese Zahl variirt indessen mit der Grösse der Papille, die ja keineswegs eine constante ist. Die eben erwähnte Zahl der übereinander liegenden Becher ist selbstverständlich mit der Anzahl von Parallelkreisen von Bechern identisch, welche die Papille als ein Gürtel rings umziehen. Die Gesammtzahl der Becher auf einer Papilla vallata ist somit eine recht beträchtliche. Sie mag im Mittel für eine Papille mittlerer Grösse vierhundert betragen. Die Untersuchung über den Bau dieser becherförmigen Organe hat mich fast genau zu denselben Resultaten geführt, wie meine Vorgänger sie erhalten haben. Ich habe mich mit Entschiedenheit davon überzeugt, dass die Spitzen der Becher das Epithel durchbohren und frei in die capillaren Spalten münden.

Die Becher selbst bestehen aus zwei Elementen, einmal aus den Umhüllungszellen oder Deckzellen und aus den central gelegenen Stäbchenzellen. Diese beiden Elemente bilden zusammen ein solides Ganze. Erstere convergiren mit ihrem peripheren Ende und lassen nur noch eine ganz kleine Oeffnung frei. Mit dem centralen Ende dagegen sind sie durch ihre zahlreichen Ausläufer fest in das Stroma der Papille eingesenkt. Von den Deckzellen finden sich mehrere Lagen übereinander, wodurch der centrale Raum des Bechers sehr beschränkt wird. Dieser letztere ist vollständig eingenommen von den beim Menschen sehr zahlreich vorhandenen Stäbchenzellen, so dass ein freier Raum im Innern des Bechers entschieden nicht existirt. Dadurch, dass die Becher zugespitzt enden, sich also erst von der Mitte ihrer Höhe bis gegen die Basis hin gegenseitig berühren, entstehen zwischen ihren peripherischen Enden Lücken, die durch gewöhnliche Epithelzellen ausgefüllt werden. Die genauere Beobachtung der erwähnten Structurverhältnisse verdanke ich besonders dem Umstande, dass die Zungen nicht absolut frisch, sondern einige Stunden post mortem in die Conservationsflüssigkeit gebracht wurden. Es zeigte sich dann, wenn die Erhärtung bis zur Erreichung einer guten Schnittfähigkeit vorgeschritten war, oft ein solcher Zustand von Maceration, dass das die Becher bedeckende und ihre Zwischenräume ausfüllende Epithel sich losgelöst hatte. Auf dem Stroma der Papille sassen alsdann bloss noch die keulenförmigen Basalzellen und die Becher selbst auf. Letztere waren

entweder noch vollständig geschlossen, oder es hatten sich die Deckzellen an ihrem peripherischen Ende etwas von einander gelöst, so dass ein freier Einblick in das Innere des Bechers möglich war. Der Anblick eines solchen Präparates erinnert überraschend an den einer eben geöffneten Blüthenknospe. Aus diesem Verhalten möchte ich folgende Schlüsse ziehen. Die gewöhnlichen Epithelzellen, welche die peripheren Enden der Becher zum Theil überziehen, haften daran weniger fest, als die Deckzellen unter sich. Die gegenseitige Verkittung der letztern ist wiederum eine weniger innige, als ihre Verflechtung mit dem Stroma.

Die Deckzellen stellen fast immer lang gestreckte, schmale, platte Gebilde dar, welche in der Mitte deutliche Kerne tragen. Vgl. Fig. VI a a. Was sie aber besonders auszeichnet, sind die oft äusserst zahlreichen, in zierlichster Weise verästelten Fortsätze ihres centralen Endes. Durch die Mannigfaltigkeit und die oft bizarren Formen erhalten diese Zellen ihr besonderes Gepräge, das sie, auch wenn sie isolirt zur Anschauung kommen, mit Leichtigkeit sowohl von den gewöhnlichen Epithelien, wie von den noch zu beschreibenden centralen Zellen unterscheiden lässt. Ihre Hauptbestimmung dürfte wohl die sein, den viel zartern centralen Zellen zum Schutz und zur Umhüllung zu dienen. Gar keinen Anhaltspunkt kann ich dafür finden, sie für nervöse Elemente zu erklären. Schon der bunte Wechsel ihrer Gestalt spricht entschieden dagegen. In Bezug auf das feinere Détail dieser Zellen weiss ich der äusserst genauen und sorgfältigen Beschreibung von Schwalbe nur wenig hinzuzufügen. Auch die Abbildungen sowohl von diesen als von den centralen Zellen sind nur deswegen nicht in grösserer Zahl gegeben worden, um nicht schon bekanntes noch einmal zu wiederholen.

Die von den Deckzellen umgebenen centralen Zellen sind bei etwas genauerer Betrachtung leicht als specifisch verschiedene Bildungen zu erkennen. Sie bewahren in ihrer Erscheinung einen viel stabileren Charakter. Ueber ihre Anzahl in einem Becher ganz bestimmte Angaben machen zu können, bin ich ausser Stande, da sie nach der Grösse der Becher variirt. Nach mehrern Zählungen, die sich an solchen Bechern, bei denen nur die Enden der Deckzellen auseinander gewichen sind, ziemlich leicht anstellen lassen, nehme ich zehn für einen Becher mittlerer Grösse an. Ihre Form ist die einer Spindel mit relativ kurzem, dickem Mittelstück und

feinen, langen ziemlich denselben Durchmesser bewahrenden Enden. Ganz besonders erhält sich das peripherische Ende nicht selten in einer ganz ausgesprochenen Stäbchenform. Häufiger freilich bewahrt sich dieser Character, den ich übrigens bei nicht von der Unterlage gelösten Elementen öfters beobachtet habe, als bei ganz isolirten, nicht so treu. Da es sich hier offenbar um zarte, durch Reagentien leicht sich verändernde und schrumpfende Gebilde handelt, so darf man sich nicht wundern, den peripherischen Fortsatz häufig in seiner ganzen Länge gebogen oder doch an der Spitze mit einer Umkrümmung zu finden. Das Mittelstück wird hauptsächlich von dem meistens ganz deutlich sichtbaren Kern gebildet, dessen Kernkörperchen gewöhnlich nicht zur Erscheinung kommt. Um den Kern läuft ein nur schmaler Protoplasmasaum. Das centrale Ende der Spindel ist meist etwas dicker, nicht regelmässig stäbchenförmig, sondern mit unregelmässigen Biegungen und leichten Verdickungen versehen und geht nicht eben häufig in einige, jedoch viel spärlichere Ausläufer über als sie die Deckzellen zeigen. Meist aber findet sich der centrale Fortsatz abgebrochen. Vgl. Fig. VI. b. Einigemal beobachtete ich einzelne, aus der Umgebung ganz isolirte Centralzellen bloss noch im Stroma der Papille mit feinen Ausläufern festgeheftet.

Im Vorstehenden ist bloss das gewöhnliche Verhalten der Stäbchenzellen beschrieben. Es gibt aber noch ziemlich zahlreiche Zellen, die wegen ihres Vorkommens unter den gewöhnlichen entschieden dazu zu rechnen sind, obgleich sie ein etwas anderes Aussehen zeigen. Bei diesen ist nämlich das peripherische Ende lang und dünn, jedoch immer verbogen, die Anschwellung in der Mitte undeutlich, oft kaum angedeutet, so dass das Ganze mehr den Eindruck eines Fadens als einer Zelle macht, wie Fig. VI. o′ zeigt. Ueber die Bedeutung dieser Gebilde wage ich noch kein bestimmtes Urtheil. Ich möchte namentlich noch nicht so weit gehen, sie in eine bestimmte, gegensätzliche Stellung zu den gewöhnlichen Stäbchenzellen zu setzen, wie dies von Schwalbe geschehen ist, der die Zellen mit feineren peripherischen Enden als Stiftchenzellen von den Stäbchenzellen unterschieden wissen will. Ich habe nämlich nicht selten Formen beobachtet, die zwischen beiden in der Mitte standen, anderseits halte ich es für unthunlich, solche feine Unterscheidungen schon da aufstellen zu wollen, wo man es nicht mit ganz frischen, sondern der Einwirkung verschiedener Reagentien

unterworfenen Gebilden zu thun hat. Das gemeinsame Hauptmerkmal aller Stäbchenzellen, das sie oft allein mit Sicherheit von den Deckzellen unterscheidet, liegt aber in der durchaus homogenen Beschaffenheit des Zelleninhalts. Weder am peripherischen, noch am centralen Fortsatz wird man Körner oder Streifen entdecken, einzig und allein der den Kern umgebende Saum zeigt ein feinkörniges Aussehen. Ganz besonders aber ist es das stärkere Lichtbrechungsvermögen und der dadurch bedingte, eigenthümlliche, matte Glanz, der diese Zellen als etwas spezifisch differentes aus ihrer Umgebung hervorhebt. Dieser Glanz lässt sich in der That, wie schon die frühern Beobachter übereinstimmend geschildert haben, am besten mit dem des frischen Nervenmarkes vergleichen.

Es bleiben noch einige Structurverhältnisse der Becher zu erwähnen übrig, die sich auf ihre Totalansicht beziehen und die nur dann richtig aufgefasst werden können, wenn die einzelnen Bestandtheile bekannt sind. Betrachtet man nämlich die Spitze eines unversehrten Bechers, so gelingt es leicht, bei stärkerer Vergrösserung einige feine Stiftchen oder Härchen wahrzunehmen, die über die Enden der Deckzellen ganz wenig hervorragen. Es ist oft gar nicht schwierig, über die Natur derselben ins Klare zu kommen. So oft man durch die Umhüllung des Bechers, durch die Deckzellen, die central gelegenen Stäbchenzellen hindurchschimmern sieht, die sich durch ihren Glanz und den scharf abgesetzten Kern oft recht deutlich abheben, ist es dann auch bei genauer Einstellung fast immer möglich, ihre peripherischen Fortsätze bis an die Spitze des Bechers zu verfolgen und sich von ihrer ununterbrochenen Continuität mit den eben genannten Stiftchen zu überzeugen. Vgl. Fig. VII. a′ und Fig. VIII. a′. Dem entgegen muss ich auf die vollständig negativen Resultate hinweisen, die ich in Bezug auf den von Schwalbe beschriebenen besondern Härchenkranz am peripherischen Ende der Deckzellen erhalten habe. Es ist mir an keinem Präparat, weder beim Menschen, noch bei den verschiedensten Thieren je gelungen, mich von dessen Vorhandensein zu überzeugen.

Bei einem vollständig aus der Umgebung isolirten Becher gewahrt man an der Stelle, wo derselbe aus dem Stroma sich gelöst hat, zahlreiche kleine Haken und Spitzen, die gleichsam die Wurzein darstellen, welche ihn in der Unterlage befestigten. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese nichts anderes sind, als die so reich verästelten centralen Fortsätze der Deckzellen. Vgl. Fig. VIII. b.

Neuerdings ist von E. Verson[1]) behauptet worden, dass sich die Geschmacksbecher auch auf dem untern Theil der Schleimhaut an der hintern Fläche der Epiglottis beim Kinde finden, woraus Verfasser schliessen will, dass es sich gar nicht um Geschmacksorgane handeln könne. Die Untersuchung der Epiglottisschleimhaut eines Erwachsenen ergab mir ein negatives Resultat. Es ist nun natürlich daraus kein Schluss gegen die Beobachtung Versons gestattet. Hingegen muss ich bemerken, dass die von dem genannten Autor gegebene Beschreibung und Abbildung der fraglichen Gebilde auch kaum in oberflächlicher Weise mit den von Schwalbe und Lovén beschriebenen Schmeckbechern übereinstimmt, wie sich jeder bei der Vergleichung leicht überzeugen wird. Bei meiner Untersuchung habe ich so vielfach Gelegenheit gehabt, mich von der Genauigkeit der Schwalbe'schen Darstellung in Wort und Bild zu überzeugen, dass die Beobachtung von Verson für mich wenigstens so lange jeder Beweiskraft entbehrt, bis eine genauere Uebereinstimmung seiner Gebilde mit den Schwalbe'schen Schmeckbechern nachgewiesen ist.

Auf den Papillae fungiformes des Menschen ist es mir bis jetzt nicht gelungen, becherförmige Organe zu finden. Ich möchte aber nicht behaupten, dass sie daselbst nicht vorkommen können, der Analogie nach zu schliessen mit denjenigen Thieren, die dem Menschen in Bezug auf den Bau ihrer Zungenpapillen am ähnlichsten sind und bei denen ich sie mit Sicherheit auf den Papillae fungiformes beobachtet habe.

Von Klein[2]) wird eines Gebildes auf der Menschenzunge Erwähnung gethan, das angeblich von Hildebrandt[3]) zuerst unter dem Namen der Papilla foliata zum Gegensatz der übrigen drei Papillenarten beschrieben ist. Es finden sich nämlich hart an der hintern Gränze des Zungengrundes zu beiden Seiten einige, kleine, unregelmässige Falten, bald schärfer, bald weniger deutlich abgegränzt. Becherförmige Organe habe ich daselbst nicht aufzufinden vermocht und kann desshalb diese Falten durchaus nicht für analog der schön ausgebildeten Papilla foliata der Kaninchenzunge erklären.

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Academie. Bd. 57. Pag. 1093.

2) Stricker, Gewebelehre, pg. 373.

3) Ich kann die bezügliche Stelle in Hildebrandts Anatomie 4. Auflage nicht finden. Der Verf.

II. Gruppe. Wiederkäuer.

Rind. Die Papillae vallatae des Rindes erreichen im Mittel ungefähr den doppelten Durchmesser derjenigen des Menschen und kommen auch in mehr als der doppelten Zahl vor. Der Graben ist meist ziemlich tief und die Kante der Zungenoberfläche gegen den Graben ist durch einen ringförmigen Epithelwulst verdickt. Fast an keiner Papille werden die kleinen, traubigen Drüsen vermisst, deren Ausführungsgänge in die tiefste Stelle des Grabens münden. Das Stroma der Papillae vallatae ist derber und fester als beim Menschen, die secundären Papillen sind recht entwickelt, die dazwischen liegenden Epithelvorsprünge somit lang und spitz. Gegen die Region der Becher hin werden die secundären Papillen immer kürzer, auch nimmt die Dicke des Epithels im Ganzen ab, so dass die Spitzen der Papillen die Oberfläche beinahe erreichen. Ihre Dimensionen werden dann ziemlich die gleichen wie diejenigen der Becher, und da eine Schicht besonderer das Epithel von dem Stroma schärfer trennender Zellen hier fehlt, so ist es dann oft in der That nicht leicht, diese secundären Papillen von den Bechern zu unterscheiden. Diese Trennung gelingt aber immer durch den Nachweis der den Bechern eigenthümlichen Elemente und die Beobachtung der peripherischen Enden der Stiftchen, welche das Epithel überragen. Etwas ähnliches findet sich natürlich niemals bei den secundären Papillen. Wesentliche Differenzen zwischen dem Menschen und dem Rind hinsichtlich des Baues und der Anordnung der Becher kommen nicht vor, dagegen existiren allerdings einige kleinere Unterschiede von minder wichtigem Belang. Wie schon erwähnt, fehlt die Schicht der keulenförmigen Basalzellen und die tieferen Schichten des Epithels haften ihrerseits viel fester sowohl am Stroma als an den Deckzellen der Becher. Daher sind die letzteren hier recht schwer vollständig aus der Umgebung zu isoliren und bieten daher bei weitem nicht so bequeme Objecte zur Untersuchung. Die Gestalt der Becher ist etwas gestreckter, der Hals länger. Bezüglich ihrer Elemente konnte ich keinen Unterschied von denen des Menschen finden. Auf der Wand des Grabens, welche der Seitenwand der Papillae vallatae gegenüberliegt, habe ich die Becher nicht gesehen. Auf den Papillae fungiformes kommen sie dagegen im Epithel der Papillenoberfläche vor und zeigen auf senkrechten Durchschnitten ganz dieselbe Gestalt wie die Papillae vallatae, in deren Seitenwand sie

fehlen. Ihre Zahl auf einer Papille mag durchschnittlich zwanzig betragen.

Schaf. Die Anordnung der Papillae vallatae et fungiformes entspricht genau derjenigen beim Rind. Wir haben hier eine vielleicht noch grössere Anzahl von Papillae vallatae, daneben sehr zahlreiche Uebergangsformen zu den Papillae fungiformes. Jedoch sind die Papillae vallatae kleiner als die des Rindes, auch kleiner als sie beim Menschen gefunden werden. Die secundären Papillen sind hier sehr zahlreich und fehlen auch in der Becherregion nicht. Die Becher finden sich am gewohnten Orte und haben eine mehr rundliche Gestalt, ähnlich denen des Menschen, nur sind sie kleiner. Ihr Bau zeigt keinerlei weitere Abweichungen.

III. Gruppe.

Schwein. Die Papillae vallatae dieser Gruppe bilden wegen der vielfachen Zerklüftung ihrer Oberfläche und der ausserordentlichen Festigkeit und Zähigkeit des Stroma besondere Schwierigkeiten bei der Untersuchung. Doch habe ich hier die Becher an gewohnter Stelle wenigstens wiedergefunden, wenn auch die genauere Isolation ihrer Elemente nicht gelingen wollte. Die äussere Form ist dieselbe, wie bei den vorhin betrachteten Thieren.

Pferd. Die Papillae vallatae dieses Thiers sind die grössten, die ich überhaupt gesehen habe, gleichen aber im äusseren Ansehen vollkommen denen des Schweins. Bemerkenswerth sind die ausserordentlich langen, secundären Papillen, welche die Papillae vallatae tragen. In dem Stroma einer jeden dieser secundären Papillen finden sich mehrere äusserst feine, zierlich spiralig aufgerollte elastische Fasern. Die Becher zu finden gelang mir hier leider wegen der ungenügenden Conservirung der einzigen, mir zu Gebot stehenden Zunge nicht.

IV. Gruppe.

Igel. Die Zunge des Igels bietet in Bezug auf den Bau ihrer Papillen desshalb ein gewisses Interesse, weil sie den Uebergang zwischen den vorigen Gruppen und der nun zu betrachtenden darstellt. Ausser den Papillae vallatae kommen nämlich so zahlreiche, schön ausgebildete Pap. fungiformes über die ganze Zungenoberfläche zerstreut vor, wie sie sich sonst bei dieser Gruppe nicht wieder finden. Besonders stark sind sie gegen die Zungenspitze hin

angehäuft. Die Oberfläche und Seitenfläche der Papillae vallatae zeigt zahlreiche, ziemlich regelmässige Einkerbungen. Die Dicke der Epithelschicht bleibt überall dieselbe. Dagegen fehlen eigentliche secundäre Papillen. Die Oberfläche der Pap. fungiformes ist vollständig glatt und fehlt auch da jede Andeutung secundärer Papillen. Die Becher finden sich bei beiden Papillenarten und zwar kommen sie an den Pap. vallatae zwischen den Einkerbungen an der Seitenwand vor, an den Pap. fungiformes dagegen auf der Oberfläche. Sie sind klein, von mehr rundlicher Gestalt. Ein deutlicher Hals fehlt und die Deckzellen sind etwas breiter.

Hund und Katze. Der Papillenbau auf der Zunge dieser beiden Thiere ist so übereinstimmend, dass durchaus kein Grund vorliegt, sie in der Betrachtung zu sondern. Der Hauptunterschied beider von den übrigen ist eigentlich mehr negativ, aber desswegen nicht weniger erwähnenswerth. Wir stossen hier nämlich auf eine relativ ungemein schwache Entwicklung der Papillen und der becherförmigen Organe. Betrachtet man z. B. die Zunge eines grossen Hundes neben derjenigen eines Schafs, wie klein und dürftig sind die Papillen bei ersterm, gegenüber der reichen Ausbildung beim andern. Die Papillen der Schleimhaut liegen hier oft versteckt unter dem mächtigen Apparat der zahllosen Hornzähne, welche die Zungenoberfläche überziehen. Gegen den Zungengrund wird die Stellung der Papillen regelmässiger, ähnlich der beim Menschen, nur dass in der Regel hier die mediale Papille fehlt. Eigentliche Pap. fungiformes von den Pap. vallatae abzutrennen, dürfte hier sehr schwierig sein, da die Ausbildung des Grabens meist unbedeutend ist, und dieser an Tiefe mehr und mehr abnimmt, je weiter nach vorn die Papillen stehen. Der Bau der letztern ist ganz analog dem beim Igel. Secundäre Papillen fehlen. An ihre Stelle treten die zahlreichen, hier oft etwas unregelmässigen Einkerbungen, sowohl auf der Oberfläche als auf der Seitenwand. Im Epithel der dazwischen gelegenen Vorsprünge finden sich die Becher, deren Bau vollständig mit denen des Igels übereinstimmt.

V. Gruppe. Nagethiere.

Kaninchen. Was die Zunge des Kaninchens vor allen andern auszeichnet, ist die schöne Entwicklung der Papillae foliatae, zweier Organe, die der Hauptsitz der becherförmigen Organe sind.

Ausser diesen finden sich auch die gewöhnlichen Papillenarten

wieder. Es zeigen sich zwei kleine Pap. vallatae hart an der hintern Gränze des Zungengrundes zu beiden Seiten der Mittellinie, sowie eine Menge äusserst kleiner Pap. fungiformes über die Zungenoberfläche zerstreut. Eine Andeutung secundärer Papillen findet sich auf den Papillae vallatae. Vgl. Fig. IX. Die Becher kommen an deren Seitenfläche in gewohnter Weise zur Anschauung, überdiess auch auf der dem Graben gegenüberliegenden Seite, was bei den bisher erwähnten Thieren nicht der Fall war. Das Stroma der Pap. vallatae zeichnet sich aus durch grössere Zartheit. An die Stelle des so sehr derben und stark verflochtenen Bindegewebes tritt hier ein weicheres Gewebe, das nur theilweise deutliche Bündel zeigt und im Uebrigen mehr den Charakter eines embryonalen Bindegewebes besitzt. Dies kommt der genaueren Untersuchung sehr zu Statten und gelingt es hier leichter als anderswo, die Détails zur Ansicht zu bringen. Dies gilt übrigens in noch höherem Maasse von dem nun zu beschreibenden Organ. Betrachtet man nämlich eine Kaninchenzunge im Profil, so fällt auf den ersten Blick ein wohlbegränztes, ovales Gebilde ins Auge, welches jederseits am hinteren Zungenabschnitt in der Seitenwand liegt und aus schmalen parallelen Schleimhautblättern besteht. Die Zahl der Blätter mag im Durchschnitt etwa zwölf betragen, variirt jedoch etwas mit der Grösse der Zunge. Sie prominiren übrigens nicht in ihrer ganzen Höhe über die Zungenoberfläche, sondern bloss ungefähr zur Hälfte. Die dazwischen liegenden Gruben haben nämlich ihren Grund tiefer als die Oberfläche der Zunge. Man könnte somit mit demselben Recht von einer Reihe paralleler Gruben in der Schleimhaut sprechen, deren Wände etwas über dieselbe prominiren. Die zwischen den Falten liegenden Spalten sind übrigens sehr eng, wo nicht ganz verschwindend, jedoch nicht auf allen Höhen gleichweit. Da nämlich der Querdurchmesser der Falten oder Blätter, wie wir sie auch dem einmal dafür gebräuchlichen Namen der Papilla foliata zu liebe nennen können, nicht überall ganz derselbe bleibt, sondern in der Mitte der Höhe etwas stärker ist als oben und unten, so berühren sich die je zwei gegenüberliegenden Falten in der Mitte und es bleibt bloss nach unten und oben eine feine Capillarspalte übrig. Ein in senkrechter Richtung zur Längsaxe der Blätter geführter Durchschnitt durch das ganze Organ wird am besten im Stande sein, über dessen Structurverhältnisse Aufschluss zu geben. Einen solchen Durchschnitt stellt Fig. I dar. A ist daselbst der Durch-

schnitt eines einzelnen Blattes. Das Gerüst desselben wird durch drei Leisten des Stroma gebildet, von denen die in der Mitte stehende doppelt so hoch ist, wie die beiden seitlichen. In Fig. I u. II ist mit b′ der Durchschnitt der mittleren, mit b″ derjenige der seitlichen Leisten bezeichnet. Erstere nenne ich das primäre Blatt des Stroma, letztere die secundären Blätter. Zwischen dem primären Blatt und dem secundären jeder Seite verläuft eine tiefe Rinne. Das Epithel überzieht nun in einer Flucht sowohl das primäre als die beiden secundären Blätter und füllt die beiderseitigen Rinnen vollständig aus. Im senkrechten Durchschnitt entsteht dadurch das Bild zweier langen und schmalen Zapfen des Epithels zu jeder Seite des primären Blattes. Die Oberfläche der Blätter, sowohl die freie als die der Seitenwände ist daher vollständig glatt und es gewinnt dadurch den Anschein, als ob anstatt der drei Schleimhautblätter nur ein einziges vorhanden sei. Der Durchschnitt der Papille erhält durch diese Anordnung, welche sich auf alle zwölf Blätter ganz gleichmässig erstreckt, ein überraschend zierliches Ansehen. Was aber am meisten in die Augen fällt, ist das Verhalten der Becherorgane zu diesen Blättern, das auch hier ganz constant und regelmässig ist. In Fig. I u. II erblickt man im äusseren Epithel der secundären Blätter jederseits vier Becher übereinanderstehen, die ihren Grund dem Stroma zukehren, mit ihrer Spitze aber frei gegen die Capillarspalte ausmünden, welche je zwei Gesammtblätter einschliessen. Nach dem oben Gesagten wird es keiner weiteren Auseinandersetzung bedürfen, um darzuthun, dass jeder der vier Becher einer ganzen Reihe entspricht, die der Seitenwand des Blattes entlang läuft. Ungefähr in der Mitte der Höhe jeder Seitenfläche eines Gesammtblattes der Papilla foliata stehen somit vier Reihen von Bechern übereinander. Eine klare Anschauung dieser Becherreihen wird ein horizontaler Durchschnitt durch die Papille geben, dessen auf den ersten Blick etwas schwer verständliche Structur sich nun leicht erklärt. Fig. III gibt davon ein treues Bild. Zu äusserst beiderseits gewahrt man eine Lage gewöhnlichen Epithels a a, es folgen nach innen die Becherreihen c, sodann der Durchschnitt der beiden secundären Bläter des Stroma b′ b′. Noch weiter nach der Mitte zu folgt jederseits wieder eine Schicht gewöhnlichen Epithels a′ a′. Die Mitte selbst wird von dem Durchschnitt des primären Blattes des Stroma gebildet b b. Die inneren Epithelschichten entsprechen den beiden zwischen das primäre und die secundären Blätter

herunter steigenden Leisten des Epithels, wie sie Fig. I u. II zeigen. Bei Betrachtung der Horizontaldurchschnitte wird man nicht selten Bildern begegnen, wo der Durchschnitt eines Gesammtblattes in zwei gleichgestaltete Hälften zerfallen ist. Es rührt dies daher, dass das Gewebe der Stromablätter ein äusserst lockeres ist, wenigstens an erhärteten Präparaten, und sehr leicht sich der Länge nach spaltet, während das Epithel verhältnissmässig viel fester haftet. Wie man sich leicht überzeugt, bilden die beiden Becherreihen den überwiegenden Bestandtheil des ganzen Horizontalschnitts. Das ganze übrige Gewebe tritt sehr gegen sie zurück und erscheint hier recht eigentlich bloss als Träger für die Becher. Diese liegen ganz dicht gedrängt an einander, jedoch ohne sich abzuplatten. Auch die darüber hinwegziehende Epithellage ist ganz dünn. Ihr Verhalten zu den darunter liegenden Bechern wird am besten einerseits durch eine Flächenansicht, anderseits an abgelösten Partieen des Epithels erkannt. Erstere ist sehr leicht in der Weise zu erhalten, dass man ein Gesammtblatt abspaltet und es auf die Seite legt. Man bemerkt dann vier Reihen dicht neben einander liegender concentrischer Kreise, eine Ansicht, wie sie Fig. IV wiedergibt. Das Bild wird durch zwei verschiedene Einstellungen des Tubus gewonnen. Bei höherer Einstellung erscheinen die Contouren der innern kleinern Kreise scharf, bei tieferer die der grössern, äussern. Erstere sind die freien Mündungen der Becher, letztere bezeichnen die Grenzen der Becher gegen einander. Diese Ansicht entspricht derjenigen, welche S c h w a l b e von der Oberfläche der Seitenwand der Papilla circumvallata gegeben hat. An abgelöstem Epithel aus dem Becherorgan der Blätter begegnet man ferner wieder jenen scharf ausgeschnittenen, runden Löchern, die hier in ziemlich regelmässigen Abständen von einander liegen. Ihr Durchmesser ist der geringern Grösse der Becher entsprechend etwas kleiner als beim Menschen auf den Papillae vallatae. Neben den Löchern sieht man sehr deutlich die Kerne der Epithelzellen. Die Löcher selbst sind entweder intercellular oder intracellular gelegen.

Zum Studium der feinern Structur der becherförmigen Organe schien die Papilla foliata von vornherein günstige Ansichten zu bieten, da der Isolation der Becher durch das relative Zurücktreten des umgebenden Gewebes, so wie durch dessen schon erwähnte Lockerheit wenig im Wege stand. In der That gelingt es denn auch sehr leicht, an horizontalen Durchschnitten ganze Reihen von Bechern

vollständig von der Unterlage frei zu bekommen. Weniger leicht ist es dagegen, einzelne Becher für sich zur Ansicht zu bringen, da ihre gegenseitige Verklebung eine ziemlich innige ist. Ihr Bau schliesst sich im Allgemeinen durchaus dem beim Menschen und bei andern Thieren beobachteten an. Doch sind einige Differenzen nicht unerwähnt zu lassen. Die Gestalt der Becher ist mehr rundlich, kuglig, mit rascher Zuspitzung gegen Aussen. Was ihre Bestandtheile betrifft, so unterscheidet man auch hier zwei Zellformen, nämlich die äussern Umhüllungs- oder Deckzellen und die central gelegenen Stäbchenzellen. Erstere sind kürzer und breiter als beim Menschen und haben keine zackigen Umrisse.

Namentlich aber fehlen ihnen die reich verästelten, centralen Ausläufer. Damit mag im Zusammenhang stehen, dass sich die Becher hier leichter von ihrer Unterlage ablösen. Die centralen Zellen zeigen zwar die bekannte Spindelform, jedoch ist sowol der centrale als der peripherische Fortsatz kürzer und breiter. In der mittlern Anschwellung war der Kern immer deutlich zu erkennen. Der äussere Fortsatz zeigt eine allmälige Dickenzunahme gegen den Kern hin, während der innere schärfer abgesetzt erscheint. Eine der in zweiter Linie beim Menschen beschriebenen analoge Form der centralen Zellen ohne deutlichen Kern und mit feinen Fortsätzen konnte ich hier nicht auffinden. Am centralen Ende der Stäbchenzellen erschienen nie weitere, feine Fortsätze, es war offenbar immer abgebrochen. Auch hier zeichnet das homogene Aussehen und der eigenthümliche Glanz die Stäbchenzellen von den Deckzellen aus. Die Zahl der erstern in einem Becher ist beim Kaninchen bedeutend geringer, indem vier Zellen in einem Becher schon das Maximum darstellen, was überhaupt vorkommt, während ich auch öfter nur drei gesehen habe. Am äussern Ende der Becher sieht man mit grosser Regelmässigkeit kleine glänzende Spitzen hervorragen, welche nicht ganz gerade erscheinen, sondern etwas verborgen sind. Es gelingt ohne jede Schwierigkeit, sie in Continuität mit den durch die Deckzellen hindurch schimmernden Stäbchenzellen zu sehen. Einen Kranz von Härchen am Ende der Deckzellen konnte ich auch hier nicht finden.

Ein gewisses Interesse bieten einige Beobachtungen, die an neugebornen und unerwachsenen Kaninchen angestellt wurden. Schon das neugeborne Thier zeigt zwei ganz schön angelegte Papillae foliatae. Auch die Becher sind mit Leichtigkeit hier zu finden. Sie

sind aber um mehr als die Hälfte kleiner als beim erwachsenen Thier und haben eine noch ausgesprochenere kuglige Gestalt. Schon nach vierzehn Tagen trifft man sie dann fast völlig ausgewachsen und nach drei Wochen ist kein Unterschied mehr wahrzunehmen vom erwachsenen Thier.

Endlich bleibt mir übrig, an dieser Stelle des Verhältnisses der Nerven zu den becherförmigen Organen zu gedenken. Leider waren die Resultate meiner Untersuchung in Bezug auf diesen Punkt so wenig günstig, dass ich nicht dazu gelangen konnte, die sämmtlichen Beobachtungen von Lovén und Schwalbe zu bestätigen. An Chlorgoldpräparaten der Papillae foliatae gelingt es, sich von der Existenz eines reichlichen Plexus nicht mehr dunkelrandiger Nervenfasern zu überzeugen, der zwischen der Mucosa und der Muskulatur der Zunge gelegen ist. Aus diesem Plexus zweigen sich unterhalb jeder Leiste des Stroma, die einem Blatte der Papille entspricht, mehrere Fasern ab, die in ziemlich gerader Richtung aufwärts die Leisten durchsetzen. Damit ist ohne Zweifel das Ende der Nerven noch nicht gegeben, jedoch verbergen sich die weitern Ausläufer der Beobachtung. Das Verhältniss dieser in den Leisteu des Stroma verlaufenden Nerven zu den Bechern ist oft um so schwieriger zu ermitteln, als sich fast unvermeidlich beim Einlegen des Präparates in Goldchlorid das Epithel sammt den Bechern total ablöst.

Ratte. Die Zunge der Ratte zeichnet sich durch das Vorhandensein einer einzigen Papilla vallata aus, die auf der Medianlinie des Zungengrundes steht. Der Bau derselben, sowie das Vorkommen der Becherorgane bedarf keiner weitern Erklärung, da für sie alles gilt, was von der Papilla vallata des Kaninchens gesagt wurde. Sehr bemerkenswerth ist dagegen, dass sich die Becher noch auf einer andern Stelle des Zungengrundes vorfinden und zwar da, wo von einer Papillenbildung in keiner Weise etwas wahrzunehmen ist. An der Stelle, wo die Schleimhaut des Zungengrundes in diejenige der Vorderfläche der Epiglottis übergeht, entdeckt man bei scharfer Betrachtung an beiden Zungenrändern etwa drei ganz seichte, kurze Grübchen, die parallel neben einander liegen. Die ihnen entsprechenden kleinen Fältchen der Schleimhaut prominiren durchaus nicht über die Oberfläche der Zunge. Das Stroma dieser kleinen Falten besteht aus einer einzigen Leiste, über welche das Epithel in gleichmässig dicker Schicht hinwegzieht. Auf senkrechten Durchschnitten sieht man auf der Seitenfläche der Falten, welche

die Gruben einschliessen, auf der Mitte ihrer Höhe jederseits drei Becher über einander stehen, die mit ihren Spitzen gegen die Gruben ausmünden. Jeder Becher entspricht einer ganzen Reihe, die auf der Seitenwand der Falte entlang läuft. Es ist klar, dass wir es hier mit der rudimentären Entwicklung einer Papilla foliata zu thun haben, deren Verhältnisse mit Ausnahme des einfacheren Baues, der geringern Anzahl und Längenausdehnung der Falten mit der Papilla foliata des Kaninchens genau übereinstimmen. Die Form und der Bau der Becher ist derselbe wie beim Kaninchen.

Eichhorn. Das Analogon der Papilla foliata findet sich auch bei diesem Thier in einigen ganz kurzen Fältchen am Zungengrund wieder. Ihre Länge ist noch geringer als bei der Ratte, dagegen sind die Gruben tiefer und die Falten breiter. Bei der Betrachtung mit blossem Auge lässt sich davon nichts wahrnehmen, da sie nicht über die Zungenoberfläche prominiren uud von den sehr dicht gedrängt stehenden Papillen verdeckt werden. Letztere verdienen hier kaum den Namen der Papillae filiformes, da sie die Gestalt ziemlich kurzer Kegel mit breiter Basis besitzen. Auch hier werden die Becher auf der Seitenwand nicht vermisst. Die über einander liegenden Becherreihen sind jedoch zahlreicher als bei der Ratte und beim Kaninchen, ihre Länge dagegen weit kürzer. Ueberdies zeigt die Zunge des Eichhorns zwei Papillae vallatae in gleicher Anordnung und Grösse wie das Kaninchen. Der Bau der Becher bietet keine Abweichungen.

Aus den gewonnenen Resultaten geht hervor, dass bei den verschiedensten Gruppen der Säugethiere auf den Papillen der Zunge ganz eigenthümliche Bildungen im Epithel vorkommen, denen eine ganz besondere Bedeutung beizulegen, man durchaus berechtigt ist. Schon die überraschende Gleichförmigkeit und Constanz im Bau dieser becherförmigen Organe muss dazu führen, so wie die Art und Weise ihrer Vertheilung. Der vollständig directe Beweis, dass es sich einzig um Nervenendapparate und um nichts anderes handeln könne, ist freilich noch nicht geliefert. Er würde erst dann entschieden sein, wenn Nerven in continuirlichem Zusammenhang mit den Stäbchenzellen der becherförmigen Organe gesehen würden. Doch sind der indirecten Beweise für die nervöse Natur dieses Apparates so zahlreiche, dass ein Zweifel über dieselbe kaum mehr ob-

walten kann. Vergleichen wir nur einmal das, was die Untersuchungen über die Endapparate der übrigen Sinnesnerven ergeben haben. Noch bei den meisten ist bis jetzt der Nachweis des continuirlichen Zusammenhangs der als Endapparate betrachteten Gebilde mit den Nerven ein unerreichtes Ideal geblieben.

Für die uns hier beschäftigenden Organe ist aber der Nachweis geliefert, dass sie an Stellen vorkommen, wohin die Fasern des Geschmacksnerven verfolgt worden sind und zwar bis in die nächste Umgebung der Becher. Mit Bezug auf diesen Punkt möchte ich noch ganz besonders auf die für die Papilla foliata der Kaninchenzunge gewonnenen Resultate hinweisen. Das ganze im Verhältniss zur Grösse der Zunge recht ansehnliche Organ ist nur dazu bestimmt Träger der becherförmigen Organe zu sein. Wir finden daselbst keine Papillen, sondern bloss ein sehr zartes, wenig entwickeltes Stroma, eine Epithelschicht und die grosse Zahl der Becher, in deren unmittelbare Nähe Nerven sich hinbegeben.

Ein Fingerzeig für die Auffassung der becherförmigen Organe als Geschmacksapparate liegt in ihrer Anordnung auf den Papillen. Schon von Schwalbe und Lovén ist nachdrücklich darauf hingewiesen worden, dass die geschützte Lage der Becher in einer Grube, wo sie gegen mechanische Insulte gesichert sind, sie dazu sehr geeignet machen müsse, feinen chemischen Einwirkungen zugänglich zu werden. Ich möchte diese besondere Lage auch deswegen betonen, weil eine solche Capillarspalte, in welche die Becher münden, auch dazu dient, Flüssigkeiten längere Zeit zurückzuhalten, so dass eine etwas andauernde Wirkung der in denselben gelösten Substanzen auf die Becher möglich ist. Damit stimmt die Erfahrung sehr gut überein, dass zum Zustandekommen einer ausgebildeten Geschmacksempfindung eine relativ ziemlich lange Zeit erfordert wird. Dieser besondern Bedeutung einer vertieften Lage der Becher auf den Papillae vallatae et foliatae scheint nun freilich ihr Vorkommen auf der freien Oberfläche der Papillae fungiformes, direct zu widersprechen. Dagegen ist jedoch zu sagen, dass es eine relativ kleine Zahl von Bechern ist, welche sich auf die Papillae fungiformes vertheilt, gegenüber der sehr grossen, die den Papillae vallatae zukommt. Ferner sind die Fasern des Nervus glossopharyngeus über den Bereich der Papillae vallatae nach vorn hin verfolgt worden. Vor allem aber würde mit der Abwesenheit der Becher, auf den vordern Partieen der Zunge, denen ich doch mit Wahrschein-

lichkeit eine Beziehung zum Geschmacksorgan zuerkennen möchte, die physiologische Thatsache nicht übereinstimmen, dass diese Theile Geschmacksempfindungen vermitteln, für welche dann besondere von den Bechern verschiedene Nervenendapparate erst wieder aufgefunden werden müssten.

Wenn es sich darum handelt, die Bedeutung eines Organs zu erforschen, so erscheint es durchaus geboten, die Gründe, welche uns zu einer bestimmten Annahme veranlassen, durchaus nur aus der eigenen, innern Structur des Organs selbst herzuleiten. Alle andern Gründe, die sonst für eine solche Annahme sprechen würden, wären völlig werthlos, wenn die Zusammensetzung des Apparates damit im Widerspruch stände. Für den vorliegenden Fall ist leicht einzusehen, dass alle Beobachtungen mit der Annahme eines Nervenendorgans übereinstimmen, sofern wenigstens ein Schluss aus der Analogie mit den nervösen Endapparaten der übrigen Sinnesorgane erlaubt ist. Es spricht dafür schon mit hoher Wahrscheinlichkeit die grosse Gleichförmigkeit in der Structur der becherförmigen Organe bei allen untersuchten Thieren. Bei mehr oberflächlicher Betrachtung könnte dessen äussere Gestalt höchstens an gewisse Drüsenapparate erinnern, doch ergibt eine genauere Untersuchung sofort das völlig Unhaltbare dieser Hypothese. Schon oben wurde hervorgehoben, dass im Innern der Becher durchaus kein freier Raum vorhanden ist, dass er vielmehr vollständig von Zellen erfüllt ist, die nicht die geringste Aehnlichkeit mit Drüsenepithelien besitzen. Die centralen Zellen lassen sich dagegen weitaus am besten mit den stäbchenförmigen Gebilden vergleichen, wie sie die Retina und die Geruchsschleimhaut zeigt. Sie bleiben ebenfalls durchaus constant in ihrer Form bei den verschiedenen Thieren. Auch das hauptsächliche Postulat, das wir an ein Nervenendorgan stellen müssen, welches directen materiellen Einwirkungen zugänglich sein soll, ist für diese Zellen erfüllt, nämlich ihre frei zu Tage liegende äusserste Endigung.

Bezüglich der Untersuchungsmethoden bin ich zu einer etwas andern Ansicht gelangt, als Schwalbe, welcher der Osmiumsäure den Vorrang vor allen übrigen Erhärtungs- und Macerationsmitteln zuerkennen will. Ohne die vorzüglich erhärtende Eigenschaft dieses Reagens läugnen zu wollen, das allerdings die Schnittführung in so hohem Maasse erleichtert wie kein anderes, habe ich doch gefunden, dass es die Theile nicht vollständig in ihrem natürlichen

Zustand erhält, wie eine vergleichende Beobachtung frischer Präparate mit Osmiumsäurepräparaten leicht ergeben wird. Daher möchte ich die Osmiumsäure in ein- bis einhalbprocentiger Lösung besonders zur Gewinnung der ersten Uebersichtspräparate empfehlen. Handelt es sich aber darum, die Details zur Anschauung zu bringen, so kenne ich dazu kein besseres Mittel, als die Zungen möglichst frisch in gewöhnliche Müller'sche Flüssigkeit einzulegen und etwa drei Wochen darin zu conserviren. Man wird die Präparate alsdann in einem Zustand treffen, der feine Schnitte gestattet, und doch nicht so stark erhärtet, dass die Isolation der Elemente durch Zerzupfen unmöglich geworden wäre. Es ist durchaus anzurathen, die Schnitte, die zerzupft werden sollen, zuerst im Zusammenhang zu betrachten. Nur so ist es möglich, wenigstens zu Anfang, Irrthümern auszuweichen. Bei dieser Behandlung gelangt man schnittweise dazu, die Becher mit ihrer Umgebung im Zusammenhang und in ihrer gegenseitigen Lage zu Gesicht zu bekommen, hernach sie isolirt zu sehen, um schliesslich ihre einzelnen Bestandtheile zu erkennen. Der Müller'schen Flüssigkeit gegenüber kann ich den Chromsäurelösungen durchaus keinen Vortheil zuerkennen. Hinsichtlich der Goldmethode bin ich zu keinem abschliessenden Resultat gelangt. Bei ihrer bekanntlich recht schwierigen Handhabung müssen noch weitere Versuche darüber angestellt werden, um zu einem Urtheil zu gelangen. Jedenfalls erscheint auch zur weitern Verfolgung der Nerven die Papilla foliata des Kaninchens der günstigste Ort zu sein.

Zum Schluss ergreife ich die Gelegenheit, Herrn Professor Eberth meinen innigsten Dank auszusprechen für seinen unermüdlichen Rath und Beistand, so wie ganz besonders für die zahlreichen Zeichnungen.

Zürich, im November 1869.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XV.

Fig. 1. Papilla foliata des Kaninchens. Senkrechter Durchschnitt des ganzen Organs. A Durchschnitt eines Blattes. a) Epithel. b′ primäres, b″ secundäres Blatt des Stroma. c) Becher. d) traubige Drüsen. Osmiumsäurepräparat. Schwache Vergrösserung.

Fig. 2. Papilla foliata des Kaninchens. Senkrechter Durchschnitt bei stärkerer Vergrösserung. A, a, b′, b″, c wie in voriger Figur. d) Nerven. Osmiumsäurepräparat. Hartnack System 5, Ocular 3.

Fig. 3. Papilla foliata des Kaninchens. Horizontalschnitt. a a, äusseres Epithel. a′ a′, innere Epithelschicht. b b, primäres Blatt des Stroma. b′ b′, secundäre Blätter des Stroma. c) Becher. d) Capillarspalte. Hartnack System 4, Ocular 3.

Fig. 4. Papilla foliata des Kaninchens. Zone der Becher von oben gesehen. a) Mündung, b) Gränze eines Bechers. Hartnack System 5, Ocular 2.

Fig. 5. Epithelpartie über der Region der Becher. Papilla foliata des Kaninchens. a) intercellular, b) centrale Löcher. Hartnack System 8, Ocular 3.

Fig. 6. Die einzelnen Bestandtheile der becherförmigen Organe des Menschen. a a, Deckzellen mit fein geästelten, centralen Fortsätzen. b, Stäbchenzellen, c, zwei Deckzellen mit einer Stäbchenzelle. o′ Stäbchenzelle, o″ Deckzellen. Hartnack Immension 10, Ocular 3.

Fig. 7. Einzelne Becher des Menschen mit dem umgebenden Epithel. a, Deckzellen, a′ peripherisches Ende der Stäbchenzellen, b Epithel. Hartnack System 9, Ocular 3.

Fig. 8. Becher des Menschen vollständig isolirt. a Deckzellen, a′ Stäbchenzellen. b verästelte centrale Fortsätze der Deckzellen. Vergrösserung wie bei Fig. 7.

Fig. 6-8 nach in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Präparaten.

Fig. 9. Papilla vallata des Kaninchens. Senkrechter Durchschnitt. a, Stroma der Papilla vallata. b, Stroma der angränzenden Pap. filliformis. c, Becher. Osmiumsäurepräparat. Hartnack System 4, Ocular 2.

Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen.

Von

Dr. G. Schwalbe,
Privatdocenten in Halle.

Zweiter Theil.

Hierzu Taf. XVI. XVII. XVIII.

Die vorderen Lymphbahnen des Auges.

In dem ersten Theile meiner Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen [1]) habe ich die Lymphbahnen der hinteren Augenhälfte beschrieben. In der vorliegenden Abhandlung theile ich die Thatsachen mit, welche ich in Betreff der vorderen Lymphbahnen des Auges und ihrer Abflusswege zu ermitteln vermochte. Da ich schon in meiner ersten Abhandlung einen Ueberblick über dieselben gegeben und dort bereits die Richtung, welche meine Untersuchungen genommen, angedeutet habe, kann ich hier gleich zur Mittheilung der Einzelheiten übergehen. Ich beginne mit der Darlegung der Resultate, welche mir Injectionen in die vordere Augenkammer in Betreff der Frage nach den Abflusswegen derselben geliefert haben.

I. Die vordere Augenkammer und ihre Abflusswege.

1) Die Füllung der vorderen Ciliarvenen durch Injection in die vordere Augenkammer.

Um die Gefässbahnen zu ermitteln, in welche sich bei Steigerung des in der vorderen Augenkammer herrschenden Druckes der

1) Dieses Archiv Bd. VI. 1870. pag. 1—61.

Humor aqueus entleert, habe ich zahlreiche Injectionen in die vordere Augenkammer gemacht. Dieselben sind leicht genug auszuführen, indem man nur eine Stichcanüle in schräger Richtung durch die Mitte der Cornea in die Kammer einzuführen braucht. Man muss natürlich beim Einführen der Canüle vorsichtig verfahren, um nicht nach der plötzlichen Ueberwindung des Widerstandes der Cornea hinter der vorderen Augenkammer gelegene Theile, wie die Iris oder Linse, zu verletzen. Nach völliger Durchbohrung der Cornea fliesst bei den Augen der meisten Thiere der grösste Theil des Kammerwassers aus; durch die eindringende Injectionsmasse wird aber die hintere Wand des schiefen Stichcanales alsbald wieder fest auf die Stichcanüle aufgepresst, so dass während der Injection keine Masse sich entleeren kann. Bei Injectionen in die vordere Augenkammer des Pferdes fällt es auf, dass gleich nach dem Einstich nur eine geringe Menge Humor aqueus ausfliesst, so dass der grösste Theil des letzteren sich innerhalb der vorderen Augenkammer mit der Injectionsmasse mischt.

Als Material für meine Untersuchungen dienten mir meist frische Schweinsaugen. Doch habe ich meine Beobachtungen auch auf die Augen des Menschen, Hundes, Kaninchens und Pferdes ausgedehnt und die Haupterscheinungen bei diesen verschiedenen Augen in Uebereinstimmung mit den beim Schweine beobachteten Thatsachen gefunden. Es ist aber nicht bei allen Thieren gleich leicht, das gewünschte Resultat zu erhalten. Ebenso leicht, wie am Schweinsauge, kann man sich an denen des Menschen und Pferdes von den nun zu schildernden Thatsachen überzeugen.

Injicirt man eine Lösung von Berliner Blau durch Einstich in die vordere Augenkammer des Schweins unter einem Druck von 30—50 mm. Quecksilber, so füllt sich dieselbe zunächst bis auf ihr normales Volum mit der blauen Masse an. Bei länger anhaltender Injection (meist genügt dazu schon eine halbe Minute, oft eine noch kürzere Zeit) erscheint nun auf der Oberfläche der Sclera in der Nähe des Cornealrandes ein blauer Ring, der, wie man deutlich erkennt, dadurch entsteht, dass an mehreren Stellen der Oberfläche des Augapfels blaue Masse hervortritt und sich nun in einem oder mehreren circulär verlaufenden und durch ihre Anastomosen oft einen vollständigen Ring bildenden Gefässen verbreitet. Von hier aus dringt dann die blaue Flüssigkeit alsbald bei länger fortgesetzter Injection nach zwei Seiten hin weiter vor: einmal in der Rich-

tung nach der Cornea zu, sodann in der entgegengesetzten Richtung durch mehrere meist unter einem rechten Winkel vom Ringgefässe abgehende Gefässe, die schliesslich, gewöhnlich zu zweien parallel neben einander verlaufend, dem Verlaufe der geraden Augenmuskeln folgen. In der Richtung nach dem Cornealrande zu wird die Injection bald eine sehr intensive. Es füllen sich zunächst dicht auf der Oberfläche der Sclerotica liegende vielfach anastomosirende Gefässe und von diesen aus ein den Cornealrand umgebendes Gefässnetz in der Conjunctiva, das sich durch die radiale Anordnung seiner zahlreich abtretenden peripherisch verlaufenden feinen Zweige von dem tieferen unterscheidet.

Welcher Art sind nun diese injicirten Gefässe? Sind es Lymph- oder Blutgefässe? Die radialen Stämmchen in der Conjunctiva unterscheiden sich sofort durch ihren geraden Verlauf von den aus dieser Membran bekannten, ein reichliches Netzwerk bildenden Lymphgefässen. Hier haben wir es also entschieden nicht mit einfachen Lymphgefässen zu thun. Ebenso wenig ist aber das auf der Sclera befindliche injicirte Gefässnetz, wie man schon bei schwacher Vergrösserung erkennt, mit einem Lymphgefässnetz zu verwechseln. Die ganze Vertheilung und Verästlungsweise gleicht vielmehr dem auf der Oberfläche der Sclera am Cornealrande befindlichen Venennetze. Die dort befindlichen kleinen Arterien zeigten sich stets ungefüllt. Es war nun aber immer noch möglich, dass wir perivasculäre Lymphkanäle gefüllt hätten, durch welche die in der vorderen Augenkammer befindliche lymphatische Flüssigkeit ihren Abfluss fände. Ich war anfangs um so eher zu dieser Annahme geneigt, als ich mir nicht erklären konnte, wie an frischen Augen unter einem geringen Drucke, wo überdies eine Verletzung gefässhaltiger Theile durch Einstich in die Mitte der Cornea ausgeschlossen war, wie unter solchen Bedingungen sich Venen füllen sollten. Das beschriebene Resultat trat aber mit einer solchen Constanz ein, dass ich schliesslich die injicirten Kanäle für die normalen Abflusswege des Humor aqueus halten musste. Eine direkte Einmündung der als Lymphraum anzusehenden vorderen Augenkammer hatte aber jedenfalls etwas Auffallendes. Ich dachte also an perivasculäre Kanäle und habe, um diese Frage zu entscheiden, viel Zeit geopfert, ohne die Existenz solcher Kanäle nachweisen zu können. Dass ich die Sache einer so eingehenden Prüfung unterzog, dazu forderte mich

vor Allem noch eine Angabe von Lightbody[1]) auf, der zu Folge die Capillaren des Cornealrandes einiger Thiere, z. B. der Ratte, von Lymphscheiden umgeben sind.

Zunächst habe ich die Blutgefässe des Cornealrandes, besonders die espiscleralen Venen, sowie die aus ihnen hervorgehenden circulären Gefässe mit den aus ihnen entspringenden Venen namentlich beim Pferd, Schwein, Kalb und bei der Ratte einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterworfen, konnte mich aber auf keine Weise von dem Vorhandensein von Lymphscheiden überzeugen. Sodann machte ich Querschnitte durch die grösseren der injicirten Gefässchen. Ich verfuhr dabei so, dass ich zunächst eine Karmin-Leimlösung in die vordere Augenkammer injicirte, mittelst welcher man fast ebenso leicht, wie mit Berliner Blau, eine schöne Gefässinjection um den Cornealrand herum erhält. Dann wurde ein Stück Sclera, auf dem sich gerade einige der grösseren Gefässstämmchen befanden, nachdem ich mir deren Verlauf bemerkt hatte, getrocknet und darauf senkrecht auf die Richtung ihres Verlaufs Schnitte durch das Scleralstück angefertigt. War die Injectionsmasse in einem perivasculären Raume enthalten, so musste offenbar der Querschnitt des injicirten Gefässes als ein rother Ring erscheinen, der nach innen von der eigentlichen Gefässwand begrenzt wurde. Immer aber sah ich nur eine rothe Scheibe ohne die geringste Spur einer Spalte im Centrum.

Auch diese Versuche schienen mir noch nicht beweisend genug. Der sicherste Weg, um die Frage definitiv zu entscheiden, war offenbar gegeben durch die Methode der doppelten Injection. Ich habe nun auch diese Mühe nicht gescheut und sowohl an den Augen des Schweines, als des Hundes und Kaninchens zahlreiche doppelte Injectionen angestellt. Anfangs verfuhr ich dabei so, dass ich erst die eine Injectionsmasse, und zwar die leichter flüssige Lösung von Berliner Blau in die vordere Augenkammer spritzte und darauf, nachdem eine Füllung der Gefässe in der vorher geschilderten Weise eingetreten war, durch eine Arteria ciliaris longa bei exstirpirten Schweinsaugen oder durch eine Carotis beim Hunde und Kaninchen die Blutgefässe injicirte. Bald bemerkte man, dass die rothe Masse in das Gebiet der um den Cornealrand befindlichen blau injicirten Gefässe hineintrat, indem dort eine violette, stellenweise auch ganz

---

1) On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journal of Anatomy and Physiology. I. 1867.

rothe Farbe entstand. Ich untersuchte nun die betreffenden Theile mikroskopisch. Es ergab sich dabei stets, dass die eine Injectionsmasse entweder sich mit der anderen gemischt hatte, sodass eine violette Farbe daraus resultirte, oder dass die eine Flüssigkeit die andere verdrängt hatte und mit unregelmässigen Klumpen in das Gebiet der anderen hineinragte. Es kam wohl zuweilen vor, dass ein rother Streifen von 2 schmalen blauen umgeben war, aber dies nur auf kurze Strecken und nie so regelmässig, wie es bei der Existenz perivasculärer Kanäle hätte der Fall sein müssen.

Die eben beschriebenen Versuche litten nun aber an zwei Fehlern. Erstens trat sehr leicht, wenn man nach Injection in die vordere Augenkammer die Canüle aus derselben herausgezogen hatte und nun die Blutgefässe injicirte, ein Extravasat der durch letztere eingespritzten Masse in die vordere Augenkammer ein. Um dies zu verhüten, liess ich später die Canüle, nachdem sie durch einen Hahn verschlossen war, im Stichkanale liegen, sodass nun die vordere Augenkammer ihre normale Füllung behielt. Ein anderer Uebelstand war aber der, dass die leichtflüssige Lösung von Berliner Blau, auch wenn sie wirklich in perivasculären Räumen sich befand, durch die gleich darauf in die Blutgefässe gespritzte Masse herausgepresst werden musste. Um mich auch gegen diesen Uebelstand zu sichern, habe ich erst Karminleim in die vordere Augenkammer injicirt, darauf einige Zeit gewartet, um den Leim erst erstarren zu lassen und nun gelöstes Berliner Blau in die Blutgefässe eingespritzt. Auch in diesem Falle erhielt ich dasselbe negative Resultat, wie bei den vorhin erwähnten Versuchen. Endlich habe ich auch Silbernitratlösungen in die vordere Augenkammer injicirt. Es gelang mir aber nie, damit die erwähnten Gefässe deutlich zu machen, wahrscheinlich, weil diese Flüssigkeit auf ihrem Wege so reichliche Niederschläge bildet, dass dadurch ihr weiteres Vordringen gehindert wird.

Nach allen diesen vergeblichen Versuchen, die Existenz perivasculärer Kanäle nachzuweisen, sah ich mich also immer wieder darauf hingewiesen. dass die fraglichen Gefässe doch einfache Venen seien. Es war mir aber auch klar geworden, dass dieselben wirklich die normalen Abflusswege des Humor aqueus vorstellen müssen [1]).

---

1) In meiner vorläufigen Mittheilung: Medicinisches Centralblatt 1868. p. 851 erwähnte ich, dass es mir in einem Falle gelungen sei, durch direkte

Es galt nun nur noch positive Beweise dafür beizubringen, vor allen Dingen nachzuweisen, dass diese Venen sich nicht durch Zerreissung irgend welcher Theile, noch durch Filtration der Injectionsflüssigkeit füllen, dass sie vielmehr in direkter offener Communication mit der vorderen Augenkammer stehen. Zu dem Ende mussten zunächst die Bedingungen studirt werden, unter denen die Venenfüllung eintritt oder ausbleibt.

Es kommen dabei hauptsächlich 3 Momente in Betracht: 1) der Druck, unter welchem injicirt wird; 2) die Zeitdauer der Injection und 3) der Zustand des zu injicirenden Auges.

In Betreff der Abhängigkeit der Füllung des episcleralen Venennetzes vom angewandten Druck habe ich zahlreiche Versuche an frischen Schweinsaugen angestellt, In einer Versuchsreihe verfuhr ich so, dass ich die Injection unter einem niederen Druck von 6 bis 10 Mm. Quecksilber begann und denselben dann alle 2 Minuten allmählig steigen liess, bis eine Füllung der Venen beobachtet wurde. Es ergab sich, dass bei Schweinsaugen, die ein bis zwei Stunden nach dem Tode des Thieres zu diesen Experimenten benutzt wurden, schon in einzelnen Fällen bei 14 Mm. Druck eine Injection der Venen erzielt wurde. Gewöhnlich trat dieselbe bei 20 mm. Quecksilberdruck ein. In einer zweiten Reihe von Versuchen habe ich nun die verschiedensten Druckhöhen innerhalb der Scala von 20 bis 276 Mm. sofort auf die Injectionsmasse einwirken lassen, ohne den Druck in demselben Versuche allmählig zu steigern. Ich injicirte auf diese Weise Schweinsaugen unter einem Druck von 25, 40, 50, 55, 110, 133, 142, 212, 250, 255 und 276 Mm. Quecksilber und erhielt in fast allen Fällen eine schöne Füllung der Venen. Nur bei plötzlicher Einwirkung eines hohen Drucks von 200 Mm. an zeigte sich öfters das auffallende Verhalten, dass keine Injection der Gefässe eintrat, wenn auch der Druck noch bis 276 Mm., der höchsten mit dem von mir benutzten Apparat zu ermöglichenden Druck-

---

Injection in den Schlemm'schen Kanal zu gleicher Zeit vordere Augenkammer und Lymphgefässe der Conjunctiva zu füllen und hielt deshalb einen Zusammenhang der vorderen Augenkammer mit diesen Lymphgefässen für wahrscheinlich. Ich habe mich aber jetzt überzeugt, dass dies Resultat nur dadurch erzielt wurde, dass beim Einbohren der Canüle künstliche Wege eröffnet wurden. Die Lymphgefässe der Conjunctiva communiciren nicht mit der vorderen Augenkammer.

höhe, gesteigert wurde. In anderen Fällen trat jedoch, auch wenn von Anfang an ein hoher Druck einwirkte, eine Venenfüllung ein. Nur war dann die grosse Schnelligkeit, mit der dieselbe erfolgte, auffallend, eine Geschwindigkeit, wie sie sonst in keinem anderen Falle beobachtet wurde.

Ein zweites Moment, welches bei der Erörterung der Ursachen der Venenfüllung von der vorderen Augenkammer aus zu berücksichtigen ist, ist die Zeitdauer der Injection. Im Allgemeinen lässt sich darüber aussagen, dass die Zeit, welche vom Beginne der Injection bis zum Eintreten der Venenfüllung vergeht, im umgekehrten Verhältniss zu den Druckhöhen steht, d. h., dass sie eine längere ist bei einem niederen Drucke, eine kürzere bei höherem. In der ersten Reihe von Versuchen, deren ich oben gedachte, wo unter geringem, allmählig bis auf 20 Mm. anwachsendem Drucke injicirt wurde, vergingen meist 5 Minuten, bis Füllung eintrat. Bei einem Drucke von 50 Mm. tritt dagegen meist schon nach weniger als einer Minute Venen-Injection ein, während bei einem noch höheren Drucke diese Zeit bis auf wenige Secunden abgekürzt wird. Auffallender Weise kommen nun aber bei den verschiedenen Augen grosse Verschiedenheiten in dieser Beziehung vor. Während z. B. in einem Schweinsauge bei einem Druck von 50 Mm. schon nach einer Minute Injection der Venen beobachtet wurde, brauchte man an einem anderen Auge derselben Serie bei 142 Mm. Druck 5 Minuten Zeit, um zu demselben Resultate zu gelangen. Daraus ergibt sich, dass wir mit der Kenntniss der Druck- und Zeitverhältnisse noch nicht Alles erschöpft haben, was für die Erklärung der Injectionsresultate von Bedeutung ist.

Von einem wesentlichen Einfluss ist vielmehr ferner der Zustand des zu injicirenden Auges selbst. Durch diesen Zustand werden die Zahlen, welche wir für Druck und Zeitdauer erhalten, oft wesentlich modificirt. Auffallend ist zunächst der Einfluss der Zeit, welche nach dem Tode des Thieres bis zur Injection vergangen ist. Die oben angeführten Zahlen haben nur für Schweinsaugen, welche 1 bis 3 Stunden nach dem Tode benutzt wurden, Geltung. An 12 Stunden alten Schweinsaugen stellten sich die Verhältnisse wesentlich anders heraus. Da trat in allen Fällen, selbst bei einem Druck von 10 Mm. Quecksilber, Venenfüllung ein, und zwar weit früher, als an frischen Schweinsaugen, nämlich in 3 Versuchen schon nach 20, 25 und 5 Secunden bei den resp. Druckhöhen von 40, 55 und

133 Mm. An eben exstirpirten Augen des Hundes und Kaninchens muss man einen weit höheren Druck, als 20 Mm. anwenden, wenn die Venenfüllung gelingen soll; zugleich tritt dieselbe später ein, als in allen vorher erwähnten Fällen. Leider habe ich verabsäumt, die betreffenden Zahlen zu notiren. Noch schwieriger war es, Injection der Venen zu erzielen, an noch in der Orbita befindlichen Augen von eben getödteten Hunden und Kaninchen.

Endlich scheinen sich bei Schweinsaugen (nur an diesen habe ich eine genügende Reihe von Druckbestimmungen vorgenommen) auch noch gewisse individuelle Verschiedenheiten zu finden, welche wesentlich modificirend auf die zum Gelingen der Injection erforderliche Druckhöhe und Zeit einwirken. Ich glaube wenigstens den oben erwähnten Fall, wo von zwei gleich frischen Augen das eine bei 142 Mm. Druck erst nach 5 Minuten, das andere bei 50 Mm. Druck schon nach einer Minute Venenfüllung erkennen liess, nicht gut anders deuten zu können. Welcher Art diese Verschiedenheiten seien, darüber wage ich nicht eine Meinung auszusprechen.

An der Hand vorstehender Versuche können wir nun eine nähere Prüfung des von uns erzielten Injectionsresultats vornehmen, können wir die Einwände besprechen, welche gegen unsere Auffassung der injicirten Venen als der natürlichen direkten Abzugskanäle des Humor aqueus gemacht werden könnten. Man könnte zunächst daran denken, dass die Venen sich nur deshalb bei Injectionen in die vordere Augenkammer füllten, weil durch den angewandten Druck eine Zerreissung irgend welcher Gewebstheile herbeigeführt und dadurch erst eine offene Communication zwischen vorderer Augenkammer und Venen geschaffen werde. Für diese Annahme würden die Fälle sprechen, wo bei plötzlicher Anwendung eines hohen Druckes eine momentane Injection der Venen beobachtet wurde. Wie oben erwähnt, sind diese Fälle selten und schliesse ich auch für sie die Möglichkeit einer Zerreissung von Gewebstheilen durchaus nicht aus. Bei den Injectionen unter niederem Druck (20—30 Mm.), bei denen, wie erwähnt, jenes Resultat ebenso leicht, wenn auch nicht momentan, eintritt, ist aber offenbar an eine Zerreissung nicht zu denken. Ueberdies habe ich Fälle beobachtet, wo bei plötzlich einwirkendem hohen Druck (über 200 Mm.) keine Venen-Injection beobachtet wurde, Fälle, für die ich keine genügende Erklärung abzugeben weiss. Wie dem aber auch sei, es ergibt sich aus vorstehenden Zeilen jedenfalls so viel, dass bei den Injectionen

der Venen, wie wir sie gewöhnlich ausführen, an eine Zerreissung von Gewebstheilen nicht zu denken ist.

Mehr Berechtigung scheint dagegen ein anderer Einwand zu haben, nämlich der, es möchte die Injectionsmasse durch die Gefässwände hindurch gepresst werden, es beruhe die Venenfüllung nur auf einer Filtration der Injectionsflüssigkeit in die Gefässe hinein. Dieser Einwand scheint namentlich für die Injectionen unter geringem Druck nicht ohne Grund zu sein. Wir haben gesehen, dass bei geringem Druck mehr Zeit bis zum Eintritt der Venenfüllung vergeht, als bei hohem, was vollkommen in Einklang mit der Annahme eines Filtrationsvorganges stehen würde. Dagegen ist nun zunächst anzuführen, dass, wie schon öfter erwähnt, bei plötzlich einwirkendem hohen Drucke oft gar keine blaue Veneninjection beobachtet wird. Dass aber gerade hier eine beträchtliche Filtration Statt findet, erkennt man daran, dass bald farblose Tropfen sowohl auf der Oberfläche der Cornea, als auf der Oberfläche des den Cornealrand umgebenden Conjunctivaltheiles erscheinen. Blaue Flüssigkeit wird nie, selbst beim stärksten Drucke nicht, hindurchfiltrirt und stimmt diese Thatsache mit den anderweitigen Erfahrungen über das lösliche Berliner Blau als Injectionsmasse überein. Dagegen ist die blaue Injection der Venen bei niederem Drucke stets so intensiv, als wenn die Injectionsmasse direkt in die Venen gespritzt wäre. Auffallend bleibt nur die lange Zeit, welche vom Beginn des Versuchs bis zum Eintreten dieser Füllung vergeht. Dieselbe erklärt sich zum Theil daraus, dass bei geringem Druck es viel länger dauern muss, bis die Cornea wieder ihre normale Wölbung erlangt hat, als bei höherem, wo die Füllung der vorderen Augenkammer viel rascher von Statten geht. Davon habe ich mich aber stets überzeugt, dass nie Injectionsmasse eher in die Venen übertritt, als bis die Cornea mindestens ihre normale Spannung wieder erlangt hat. Ein Theil der bei den Injectionen unter niederem Druck verfliessenden Zeit kommt also auf die vollständige Anfüllung der vorderen Augenkammer, ein anderer, wie ich unten zeigen werde, auf Rechnung des complicirten Weges, welchen die Masse zu passiren hat.

Wenn man nach diesen Auseinandersetzungen wohl kaum noch an eine Venenfüllung durch Filtration denken wird, so bleibt es doch immerhin auffallend, dass an Augen, die noch in der Orbita eines eben getödteten Thieres ruhen, eine solche Injection nur unter

hohem Druck zu erzielen ist, dass ferner einige Zeit nach dem Tode und namentlich an exstirpirten Augen die Injection leichter gelingt. In letzterem Falle könnte man an eine cadaveröse Veränderung denken, in Folge deren entweder die Scheidewand zwischen vorderer Augenkammer und Venen ganz zerstört sei oder doch so erweicht, dass dieselbe schon bei gelindem Drucke gesprengt wird. Allein gegen diese Annahme spricht die Thatsache, dass schon an frischen exstirpirten Schweinsaugen die Injection äusserst leicht gelingt. Dass sie an älteren Augen noch leichter erfolgt, ist kein Grund für die Behauptung, die Venenfüllung werde stets durch cadaveröse Veränderung ermöglicht. Es beweist dies Verhalten nur, dass an solchen Augen die Widerstände, welche sich der Venenfüllung von der vorderen Augenkammer aus entgegenstellen, beträchtlich geringer sind, als an frischen exstirpirten Augen und an letzteren wiederum geringer, als an lebenden, noch in der Orbita ruhenden, was durchaus nichts Befremdendes hat.

Ich habe nun die Einwände besprochen, welche gegen meine Auffassung von der Art der Verbindung der injicirten Venen mit der vorderen Augenkammer gemacht werden konnten. Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass keine Erscheinung vorliegt, welche uns dazu nöthigte, eine offene Communication zwischen vorderer Augenkammer und vorderen Ciliarvenen zu läugnen, dass vielmehr alle von uns gemachten Beobachtungen zu diesem Schlusse hindrängen. Wir hätten hier aber das eigenthümliche Verhalten vor uns, dass ein grösserer Lymphraum direct in einen peripherischen Theil des venösen Stromgebietes mündet. Wenn ich die vordere Augenkammer als einen Lymphraum bezeichne, trotzdem es mir nicht gelungen ist, Lymphgefässe von der Beschaffenheit, wie sie in anderen Körpertheilen vorkommen, von ihr aus zu füllen, so bedarf dies bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von der Natur und Abstammung der Lymphe wohl kaum noch einer weiteren Rechtfertigung. Der Humor aqueus wird unzweifelhaft auf ganz ähnliche Weise gebildet, wie die Lymphe in anderen, besonders in bindegewebigen Körpertheilen. Die aus dem Blute stammende, die benachbarten Gewebe durchtränkende Flüssigkeit ist es, welche sich in der vorderen Augenkammer ansammelt. Dass der Humor aqueus sich chemisch anders verhält, wie die aus den grossen Lymphstämmen gesammelte Flüssigkeit, kann uns nicht wundern, da letztere aus vielen verschiedenen Lymphquellen stammt, deren jede je nach der

Natur des Gewebes eine chemisch verschiedene Lymphe liefert, während der Humor aqueus nur aus einer Quelle gespeist wird. Ich glaube demnach in vollem Rechte zu sein, wenn ich die mit lymphatischer Flüssigkeit erfüllte vordere Augenkammer einen Lymphraum nenne. Ueberdies ist das Verhältniss, welches hier vorliegt, nämlich dass ein Lymphraum direct in peripherische Venen mündet, durchaus nicht ohne Analogie. Bei den niederen Wirbelthieren ist die Einmündung von Lymphsäcken in feinere Venen eine gewöhnliche Erscheinung. Ich erinnere hier nur an die sogenannten Caudalsinus der Fische, welche direct in die Vena caudalis münden, jedoch so, dass der Rücktritt des Venenbluts in den Lymphbehälter durch eine Klappenvorrichtung verhindert wird; ich erinnere ferner an die direct in die Venen mündenden Lymphherzen der Amphibien und Reptilien, an die analogen Einrichtungen bei den Vögeln.

Wir sehen also, dass die Verbindung der Lymphgefässe mit den Venen bei den Wirbelthieren eine sehr mannigfaltige ist: eine Einmündung kann sowohl an der Peripherie des Blutkreislaufs, als nahe am Herzen Statt finden. Es kommt dabei nur auf die Druckverhältnisse in beiderlei Gefässen an, denn die Lymphe kann in den Blutstrom nur an den Stellen gelangen, wo der Blutdruck geringer ist, als der Druck in dem einmündenden Lymphgefässe. Dies erklärt es, weshalb die grossen Lymphstämme erst unweit des Herzens, wo der Blutdruck meist sogar ein negativer ist, in die Venen einmünden. Nach der Peripherie hin wächst der Druck sowohl in den Blut- als Lymphgefässen, aber in ersteren rascher. Der Blutdruck wird deshalb hier bald grösser als der Lymphdruck, sodass in den peripherischen Theilen des Körpers die gewöhnlichen Lymphgefässe und Lymphräume wegen des in ihnen herrschenden geringen Druckes ihren Inhalt nicht in die Venen entleeren können, sondern grösseren Lymphgefässen zur Weiterbeförderung übergeben müssen. Anders steht es mit der vorderen Augenkammer. Der in ihr herrschende Druck (20 bis 30 Mm. im Durchschnitt) ist so hoch, dass eine Entleerung in die Venen leicht möglich ist; ja eine solche ist sogar nothwendig, wenn die vordere Augenkammer sich überhaupt als solche erhalten, wenn sie nicht zu einem spaltförmigen Lymphraum zusammen fallen soll. Denken wir uns, sie münde in Lymphgefässe, so würde bei dem hohen Druck, der in ihr herrscht, rasch eine Entleerung eintreten, welche durch die aus dem Blute transsudirende Flüssigkeit nicht in gleichem Maasse gedeckt werden könnte. Es

würde die Cornea also ihre normale Krümmung verlieren, sie würde faltig einsinken, ein scharfes Bild auf der Retina unmöglich werden. Durch die Einmündung der Kammer in Venen wird dagegen die Erhaltung der normalen Krümmung der Cornea, wie sie zum Sehen nothwendig ist, sicher gestellt.

2) Der Fontana'sche Raum, das Ligamentum pectinatum und der Schlemm'sche Kanal.

Im vorigen Abschnitt habe ich den Nachweis zu führen gesucht, dass die vordere Augenkammer mit den vorderen Ciliarvenen in irgend einem offenen Zusammenhange stehe. Es handelt sich nun darum, die Art dieses Zusammenhanges näher festzustellen, den Weg zu untersuchen, den die in die vordere Augenkammer injicirte Flüssigkeit einschlägt, um in die Venen zu gelangen. Bevor wir jedoch dies mit Erfolg thun können, wird es nöthig sein, die im Winkel der vorderen Augenkammer gelegenen Theile, insbesondere das Ligamentum pectinatum und den Schlemm'schen Kanal, einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen.

In neuester Zeit haben Iwanoff und Rollett[1]) die Kenntniss dieser Gegend bedeutend gefördert und die darüber bestehenden widersprechenden Angaben gesichtet und berichtigt. Es geht aus ihrer Arbeit zunächst mit Sicherheit die Thatsache hervor, dass der Schlemm'sche Kanal des Menschen und der sogenannte Fontana'sche Kanal der Säugethiere durchaus nicht homologe Bildungen sind, wie dies noch in neuester Zeit den früheren so richtigen Angaben Brücke's[2]) gegenüber von Pelechin[3]) behauptet wurde. Sie sind vielmehr wohl von einander zu unterscheiden. An Stelle des ersteren finden sich auf Meridionalschnitten durch Säugethier-Augen (Ochse, Schwein, Hund) eine Reihe kleiner Venen-Querschnitte. Der sogenannte canalis Fontanae dagegen ist kein offener Kanal, sondern wird von einem reichlichen Balkennetz durchzogen und deshalb besser als Fontana'scher Raum bezeichnet. Es ist dieser Raum namentlich beim Ochsen stark entwickelt und

1) Bemerkungen zur Anatomie der Irisanheftung und des annulus ciliaris. Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 15, 1. 1869. p. 17 ff.

2) Anatom. Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847. p. 53.

3) Ueber den sogenannten Kanal von Fontana oder Schlemm. Archiv f. Ophthalm. Bd. 13, 2. p. 423 ff.

zeigt hier, wie beim Schwein und Hunde, einen dreieckigen Querschnitt, dessen Spitze nach hinten gerichtet ist. Beim Menschen entspricht das Gewebe, welches man jetzt allgemein als Ligamentum pectinatum bezeichnet, dem Balkennetze des Fontana'schen Raumes. Man thut aber Unrecht, wenn man dies Gewebe als Ligamentum pectinatum bezeichnet, da der Urheber dieses Namens, Hueck [1]), darunter etwas ganz Anderes verstand, nämlich eine Reihe regelmässig nebeneinander stehender conischer Fortsätze, die vom Ciliarrande der Iris zur Descemet'schen Haut hinüberziehen. Diese Irisfortsätze sind beim Menschen schlanker und länger, als beim Ochsen und Schweine und grenzen nach hinten und aussen erst an das eigenthümliche Balkennetz, welches man bisher allgemein als Ligamentum pectinatum bezeichnete.

Dies sind die wichtigsten Resultate der Untersuchungen Iwanoff's und Rollett's. Auf die Einzelheiten werde ich alsbald noch näher einzugehen haben. Es sei hier aber noch bemerkt, dass ich mich in der nun folgenden Beschreibung der von jenen Forschern gewählten Bezeichnungsweise anschliesse. Ich unterscheide demnach die Irisfortsätze oder das Ligamentum pectinatum von dem Balkengewebe oder Balkennetze des Fontana'schen Raumes, das bisher meist als Ligamentum pectinatum bezeichnet wurde. Ich unterscheide ferner scharf den Fontana'schen Raum und den Schlemm'schen Kanal.

Die Irisfortsätze und ihre Anheftung an die Descemet'sche Membran. Betrachten wir zunächst die Art und Weise, wie die Iris und Descemet'sche Membran sich im Winke der vorderen Augenkammer mit einander verbinden. Iwanoff und Rollett gehen bei ihrer Beschreibung von der Iris aus und verfolgen die von derselben entspringenden Fortsätze bis zu ihrem Ansatze am „Rande der Descemet'schen Membran". Sie schildern sehr treffend das Bild, welches der Winkel der vorderen Augenkammer bei den verschiedenen Säugethieren der makroskopischen Betrachtung gewährt. Ich habe in dieser Beziehung ihrer trefflichen Beschreibung nichts hinzuzufügen. Auf die Art der Insertion der Irisfortsätze an der Descemet'schen Membran muss ich aber näher eingehen, da dieselbe von den genannten Forschern weniger berücksichtigt ist.

1) Die Bewegung der Krystalllinse. Leipzig 1841.

Am klarsten zu übersehen sind die betreffenden Verhältnisse im Auge des Ochsen. Um hier das Ligamentum pectinatum im Zusammenhange sowohl mit der Iris, als mit dem Rande der Descemet'schen Membran zu erhalten, verfährt man einfach so, dass man an einem durch 2 meridionale Scheerenschnitte gewonnenen Segment der vorderen Halbkugel eines in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Auges von hinten her die Chorioides mit dem Ciliarkörper von der Sclera nach vorn hin abzieht. Bei diesem Verfahren stösst man etwa 2 Mm. hinter dem Rande der Descemet'schen Haut auf einen Widerstand, bedingt durch die Insertion des Ciliarmuskels an der Sclera. Es entspricht diese Stelle zugleich der vorderen Grenze des Perichorioidalraums. Durch einen etwas stärkeren Zug kann man nun leicht den Ciliarmuskel von seiner Insertion ablösen. Hat man einmal diesen Widerstand überwunden, so lässt sich nun die mittlere Augenhaut leicht vollends von der äusseren abheben. Es bleibt dabei an der ersteren das Gewebe haften, welches den von Iwanoff und Rollett beschriebenen dreieckigen Raum, den Fontana'schen Kanal der älteren Autoren ausfüllt. Es bleiben aber ferner die Irisfortsätze unversehrt mit der Iris verbunden und mit ihnen der Theil der Descemet'schen Membran, an welchem sie sich ansetzen. Um ihre Insertionsweise zu studiren, verfährt man dann einfach so, dass man die Irisfortsätze im Zusammenhange mit einem schmalen Streifen des Irisstromas mittelst einer feinen Scheere vom übrigen Gewebe der Iris abschneidet und nun so auf dem Objectträger ausbreitet, dass ihre im unversehrten Auge der vorderen Augenkammer zugekehrte Seite nach oben zu liegen kommt. Ein solches Präparat lässt sich, namentlich wenn man von seiner Unterseite das anhaftende Balkennetz des Fontana'schen Raumes möglichst entfernt hat, leicht mit den stärksten Vergrösserungen untersuchen.

Fig. 9 ist nach einem in der beschriebenen Weise angefertigten Präparate entworfen. Man erkennt zunächst, was bei der makroskopischen Betrachtung dieser Gegend nicht deutlich war, dass die Irisfortsätze sich keineswegs in einer einfachen Reihe vorfinden. In unserer Figur erscheinen deren drei, und sind die einzelnen Fortsätze so geordnet, dass die der zweiten Reihe in den Lücken zwischen den Fortsätzen der ersten Reihe erscheinen, die der dritten in den von den beiden ersten Reihen noch gelassenen Lücken zur Ansicht kommen. Dabei sind die Fortsätze der ersten Reihe,

also der innersten, unmittelbar die vordere Augenkammer begrenzenden, dicker, als die weiter nach aussen und hinten gelegenen Fortsätze. Mehr als drei Reihen von Irisfortsätzen kommen meist nicht zur Beobachtung. Hinter der dritten Reihe erkennt man an denselben Präparaten, da, wo die Lücken zwischen den Fortsätzen einen Durchblick gestatten, oft noch einen Theil des Balkengewebes des Fontana'schen Raumes. Es ist oft schwer zu entscheiden, ob man einen Balken des letzteren noch als Irisfortsatz oder als Balken des Fontana'schen Raumes bezeichnen soll, da die hintersten Irisfortsätze sich nur wenig von den vordersten Balken an Dicke unterscheiden. In unserer Figur 9 sind nur die Fortsätze gezeichnet, welche durch ihre conische Gestalt den von Iwanoff und Rollett als Irisfortsätze bezeichneten Gebilden gleichen. Eine wesentliche Verschiedenheit in der feineren Structur besteht zwischen den genannten Bildungen nicht. Beide bestehen aus fibrillärem Bindegewebe mit eingestreuten verästelten Pigmentzellen, welch' letztere allerdings in den eigentlichen Irisfortsätzen reichlicher vertreten sind, so dass sie oft die ganze übrige Structur eines solchen Fortsatzes verdecken. Namentlich auf der Oberfläche der Irisfortsätze finden sich verästelte Pigmentzellen in Menge.

Während nun der grösste Theil der Irisfortsätze aus fibrillärem Bindegewebe besteht und mit Pigmentzellen besetzt ist, zeigen die an der Descemet'schen Haut sich anheftenden Enden derselben ein wesentlich anderes Verhalten. Es hört nämlich auf den Irisfortsätzen das Pigment in einer Entfernung von etwa 60 μ vom Rande der letztgenannten Haut auf und es lassen nun die cylindrischen Endstücke (c c) ihren feineren Bau deutlich erkennen. Zugleich mit den Pigmentzellen verliert sich auch die fibrilläre Structur der Fortsätze mehr und mehr; sie erscheinen bald nahezu homogen und verrathen nur noch durch eine sehr feine Längsstreifung ihre Entstehung aus dem fibrillären Gewebe der conischen Basis. Gegen Reagentien zeigen sie sich nun bedeutend resistenter; auch zeichnen sie sich durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen vor dem gewöhnlichen fibrillären Bindegewebe aus.

Mit den beschriebenen cylindrischen Endstücken heften sich nun die Irisfortsätze am Rande der Membrana Descemetii an. Wenn ich hier von einem Rande der Descemet'schen Membran spreche, so will ich keineswegs damit behaupten, dass diese Membran sich hier wirklich scharf von den anderen Theilen sondere, dass sie hier

ihr Ende finde und die dahinter gelegenen Theile als selbstständige Bildungen zu betrachten seien. Dies scheint auch nicht die Ansicht Iwanoff's und Rollett's zu sein, wenn sie von einer Insertion der Irisfortsätze am Rande der Descemet'schen Haut sprechen; denn die genannten Forscher zeichnen wenigstens in ihrer Fig. 2 keine scharfe Grenze zwischen dem Rande der Glashaut und den sich daran anschliessenden Theilen. Ich bezeichne in der Folge als Rand der Descemet'schen Haut die Stelle, wo dieselbe ihre glasige Beschaffenheit verliert und direct in verschiedene andere Gebilde übergeht, auf die ich unten zurückzukommen habe.

Wie man sich nun an Meridionalschnitten leicht überzeugt, setzen sich die Irisfortsätze unmittelbar hinter dem Rande der Descemet'schen Membran an. Ich verweise in dieser Beziehung auf die treffliche Fig. 2 von Iwanoff und Rollett. Ueber die Art des Ansatzes lehren Präparate, wie deren eines in unserer schon mehrfach besprochenen Fig. 9 abgebildet ist, Näheres. Hier ist ein Stück der Descemet'schen Haut im Zusammenhange mit den Irisfortsätzen erhalten. Man bemerkt, dass auf den Rand der Glasmembran ein Streifen circulär verlaufender, stark glänzender, durch eine helle Kittmasse fest verbundener Fasern folgt (Fig. 9 d), der sich continuirlich aus der Substanz der Descemet'schen Membran entwickelt. Wie man besonders leicht beim Schweine erkennt, wo die Verhältnisse der Hauptsache nach vollständig den beim Ochsen vorkommenden gleichen, treten am Rande der Descemet'schen Haut in der glashellen Substanz feine Linien auf, die überwiegend in circulärer Richtung verlaufen, jedoch an verschiedenen Stellen bogenförmig mit einander in Verbindung treten. Diese Zeichnung wird nach dem Rande der Descemet'schen Membran zu, immer deutlicher und geht dann unmittelbar in den eben erwähnten Faserring über. An der Bildung desselben betheiligen sich jedoch hauptsächlich die inneren Schichten der Membrana Descemetii. Wie nun der erwähnte Faserring direct aus dieser Membran sich entwickelt, so entstehen die Irisfortsätze direct aus dem Faserringe: ihre Substanz geht continuirlich in die des Ringes über, wie Fig. 9 deutlich zeigt. Dieser Uebergang findet der Art Statt, dass sich die cylindrischen homogenen Endstücke der Irisfortsätze plötzlich verbreitern, wieder deutlich faserig werden und nun mit ihren Fasern in die Ringfasern ausstrahlen und sich der Richtung der letzteren anschliessen.

Soviel über die Irisanheftung beim Ochsen. Wie erwähnt, finden sich beim Schweine ganz ähnliche Verhältnisse. Es sind hier nur die Irisfortsätze kürzer und nicht so stark conisch zugespitzt, wie beim Ochsen, überdies relativ breiter, so dass sie engere Spalten zwischen sich lassen.

Beim Hunde sind die Irisfortsätze, wie dies Iwanoff und Rollett gezeigt haben, viel länger als beim Ochsen und verästelt. Ihr dickerer conischer Theil ist viel schlanker und nimmt ungefähr ein Drittel der Länge der ganzen Fortsätze ein. In manchen Fällen ist ihre Verästelungsweise eine auffallend regelmässige. Nachdem sie nämlich ihre conische Gestalt in eine mehr cylindrische umgewandelt haben und pigmentarm geworden sind, theilt sich ein jeder in zwei unter spitzem Winkel divergirende, gleich starke feinstreifige Balken, die mit den entsprechenden Theilästen der benachbarten Fortsätze unter einem spitzen Winkel zusammentreffen und nun einen gemeinsamen cylindrischen Balken bilden, der sich an Dicke von den erwähnten nicht unterscheidet und sein Ende am Rande der Descemet'schen Haut findet. In Fig. 12 habe ich eine schematische Darstellung dieser regelmässigen Verästlungsweise gegeben. — Die Lücken zwischen den Irisfortsätzen sind beim Hunde sehr beträchtlich. Man erkennt durch dieselben hindurch das Balkennetz des Fontana'schen Raumes, dessen Balken vollständig den aus der Verästlung der Irisfortsätze hervorgegangenen gleichen. Eine scharfe Trennung beider Bildungen ist hier noch viel weniger möglich, als beim Ochsen und Schweine.

Im menschlichen Auge gleichen ebenfalls die aus der Verästelung der kurzen schmächtigen Iriszipfel hervorgegangenen starren Balken den dahinter gelegenen netzförmig sich verbindenden vollständig, so dass auch hier eine scharfe Sonderung in Irisfortsätze und Balken des Fontana'schen Raumes nicht durchzuführen ist [1]).

---

1) Es ergiebt sich daraus eine Schwierigkeit für die Durchführung der von Iwanoff und Rollett eingeführten Nomenclatur, der ich bisher in diesem Aufsatze mich angeschlossen habe. Ich glaube, dass man besser thut, wenn man die Gesammtheit des Balkengewebes des Fontana'schen Raumes mit Einschluss des ihm völlig gleichenden, aus den Irisfortsätzen hervorgegangenen, wieder mit dem einmal eingebürgerten Namen des Ligamentum pectinatum bezeichnet. Es wird auf diese Weise eine Trennung gleicher Bildungen durch besondere Benennungen vermieden. Für den kegelförmigen Theil der Irisfortsätze, der sich in seinem feineren Bau vollständig an das

Die Insertion der aus den ersteren entspringenden Balken an der Descemet'schen Membran findet in ganz ähnlicher Weise Statt, wie die Anheftung der Irisfortsätze beim Ochsen und Schwein. Um diese Insertionsweise zu überblicken, verfahre man aber hier etwas anders, als bei den genannten Thieren. Beim Abziehen der mittleren Augenhaut von der äusseren an Segmenten der vorderen Hälfte in Müller'scher Flüssigkeit erhärteter Augen, bleiben nämlich nicht, wie dies beim Ochsen der Fall war, die Irisfortsätze in ihrer ganzen Länge unversehrt an der Iris sitzen, sondern es reissen hier die Balken, in welche sich die Iriszipfel auflösen, in der Mitte durch und es bleibt die Descemet'sche Haut mit dem Ursprunge des Balkengewebes unversehrt auf der äusseren Augenhaut liegen. Ebenso bleibt die innere Wand des Schlemm'schen Kanals grösstentheils an der Grenze von Cornea und Sclera zurück, und es gelingt nun leicht, ein Stück der Descemet'schen Haut im Zusammenhange mit den Enden der Irisfortsätze zu erhalten, wenn man vorsichtig die innere Wand des Schlemm'schen Kanales mit einer feinen Pincette fasst und nun in der Richtung nach der Cornea zu von den darunter liegenden Theilen abhebt. Ein solches Präparat wird mit seiner der vorderen Augenkammer zugekehrten Seite nach oben auf den Objectträger gebracht und ist nun der genauesten Untersuchung zugänglich. In Fig. 10 habe ich ein Stück der Descemet'schen Haut im Zusammenhange mit einem Theile der Innenwand des Schlemm'schen Kanales so dargestellt, wie sich diese Theile bei der Flächenansicht zeigen. Am Rande der Descemet'schen Haut erkennt man die von Henle genauer beschriebenen buckelförmigen Erhebungen. Zwischen ihnen haftet das Epithel oder vielmehr Endothel dieser Glasmembran gewöhnlich sehr fest und zeigt hier Eigenthümlichkeiten, auf die ich unten zurückkommen werde. Die Descemet'sche Haut geht nun continuirlich in einen starren Gewebsstreifen über, der aus glänzenden, fest vereinigten, circulär verlaufenden Fasern besteht (c). Ich werde ihn als Grenz-

---

Gewebe der Iris anschliesst, dürfte sich dann vielleicht der Ausdruck »Iriszipfel« empfehlen, wenn man nicht für ihn allein die Bezeichnung als »Irisfortsatz« reserviren will. Man würde dann sagen müssen, dass beim Ochsen und Schweine sich die Iriszipfel oder Irisfortsätze direct an die Descemet'sche Membran ansetzen, beim Menschen und Hunde dagegen sich in das Ligamentum pectinatum auflösen.

ring der Descemet'schen Membran bezeichnen. Derselbe entspricht vollständig dem beim Ochsen und Schweine beschriebenen circulärfaserigen Ringe und gewährt an seinem hinteren Rande einigen der aus den Iriszipfeln entstandenen Balken in ganz analoger Weise einen Ansatz, wie es bei jenen Thieren genauer beschrieben wurde. Ich verweise in dieser Beziehung auf Fig. 11a, in welcher ich den hintersten Theil des Grenzringes in Verbindung mit einigen aus ihm entspringenden Balken gezeichnet habe. Andere der vom Grenzringe entspringenden Balken (b, b) gehen dagegen direct in das aus der Innenwand des Schlemm'schen Kanales sich entwickelnde Balkennetz über, während andererseits auch die in die Iriszipfel sich fortsetzenden Balken Verstärkungen aus dem Gewebe der Innenwand des Schlemm'schen Kanals erhalten. Die Descemet'sche Membran hört auch hier nicht mit einem scharfen Rande auf, sondern setzt sich, freilich in modificirter Gestalt, einerseits direct in die Balken der Irisfortsätze, andererseits in das die Innenwand des Schlemm'schen Kanals bildende Gewebe fort. Der Uebergang der glashellen Descemet'schen Haut in den Grenzring kommt beim Menschen in ganz ähnlicher Weise zu Stande, wie beim Schweine. In einer schmalen Zone, die sich zwischen den hintersten Buckeln der Descemet'schen Haut und dem vorderen Grenzringe befindet, treten zarte bogenförmig sich verbindende mäandrische Linien auf, die alsbald direct in die Faserung des Grenzringes übergehen.

In etwas anderer Weise kommt die Insertion der Irisfortsätze beim Hunde zu Stande (Fig. 18). Es fehlt hier der Grenzring der Descemet'schen Haut. Dafür ist die Zone, in welcher die letztere die verschlungenen Liniensysteme zeigt, viel breiter, als beim Menschen und Schweine. Aus ihr entwickeln sich hier direct ohne Einschaltung eines circulärfaserigen Ringes die Irisfortsätze. Dabei findet sich das bemerkenswerthe Verhalten, dass, sobald verschiedene in der Substanz der Descemet'schen Haut nach dem Rande derselben zu allmählig immer deutlicher hervortretende Fasern zur Bildung eines Balkens zusammengetreten sind, der letztere nicht etwa gleich frei wird und sich von der Membran abhebt, sondern erst noch eine Strecke weit mit der einen Seite derselben innig verbunden bleibt (c, c). Dadurch wird dieser Theil der Innenfläche der Descemet'schen Haut uneben, eine Eigenthümlichkeit, die schon bei makroskopischer Betrachtung dieser Gegend auffällt. Es ist aber in letzterem Falle schwer zu entscheiden, ob die feinen

Liniensysteme, in welche die Irisfortsätze ausstrahlen, freien Balken entsprechen oder solchen, die bereits mit der Innenfläche der Descemet'schen Membran fest verschmolzen sind.

Fassen wir nunmehr das, was wir in vorstehenden Zeilen über den Ansatz der Irisfortsätze an der Descemet'schen Membran gesagt haben, zusammen, so ergiebt sich zunächst, dass bei allen untersuchten Geschöpfen die Substanz der Descemet'schen Haut continuirlich in die Substanz der Irisfortsätze übergeht. Allen gemeinsam ist ferner eine eigenthümliche Zone am Rande der genannten Glashaut, in welcher sich auf die mannigfaltigste Weise verschlungene Liniensysteme finden. Diese Zone erreicht beim Hunde eine grosse Ausdehnung, während sie beim Menschen, Ochsen und Schwein bedeutend zurücktritt. Bei den drei letztgenannten Geschöpfen entspringen aber die Irisfortsätze nicht direct aus jener Zone der Descemet'schen Haut, sondern erst nach der Umwandlung derselben in einen Ring circulär verlaufender, durch eine helle Kittmasse fest verbundener Fasern, aus dem Grenzringe, der beim Hunde fehlt.

Vergleichen wir die gefundenen Resultate mit den Angaben anderer Forscher, so sehen wir, dass sie die Meinung derer unterstützen, welche, wie Hueck (l. c.), Kölliker[1]), van Reecken[2]), Haase[3]), das ligamentum pectinatum direct aus der Substanz der Descemet'schen Haut hervorgehen lassen. Ein freier scharfer Rand der letzteren Membran existirt nicht. Die Angaben über die Existenz eines solchen beziehen sich auch lediglich auf das Studium von Meridionalschnitten, die zwar für die Erkenntniss der Topographie dieser Gegend von Wichtigkeit sind, sich aber weniger für die Untersuchung der Verbindungsweise der einzelnen Theile eignen. Die ausschliessliche Anwendung derselben Methode hat wohl auch zu der Angabe Flemming's[4]) geführt, dass bei den Haussäugethieren eine innere Lamelle der Descemet'schen Haut undurchbrochen zur äusseren Kante der vorderen Irisfläche hinüberziehe und so die

---

1) Gewebelehre. 5. Auflage. p. 648.

2) De apparatu oculi accommodationis. 1855.

3) Ueber das ligamentum pectinatum iridis. Archiv f. Ophthalm. 14, I. 1868.

4) Ueber den Ciliarmuskel der Haussäugethiere. Dieses Archiv Bd. IV. 1868. p. 361.

vordere Augenkammer vollständig von dem dahinter gelegenen als Ligamentum pectinatum bezeichneten Gewebe abschliesse. Diese Meinung wird sowohl durch die Beobachtungen von Iwanoff und Rollett, als durch meine eigenen widerlegt. Die letztgenannten Forscher erwähnen [1]) auch beim Menschen den Faserring, welcher sich am Rande der Descemet'schen Haut vorfindet und den ich oben als Grenzring dieser Membran bezeichnet habe. Auch Haase scheint ihn zu kennen. Er sagt nämlich [2]): „Ganz feine quer verlaufende Fasern trifft man auch an der Uebergangsstelle des lig. in die Descemet'sche Haut."

Balkennetz des Fontana'schen Raumes. An die Balken, welche aus den Iriszipfeln sich hervorbilden, schliesst sich, wie oben erwähnt, nach hinten unmittelbar das den Fontana'schen Raum ausfüllende Balkengewebe an. Die Ausdehnung desselben lässt sich am besten an Meridionalschnitten studiren und verweise ich in dieser Beziehung auf die vortrefflichen Abbildungen, welche Iwanoff und Rollett davon geben. Es geht aus denselben hervor, dass das Balkennetz im Allgemeinen einen dreieckigen Raum einnimmt, dessen Spitze nach hinten und aussen, dessen Basis nach der vorderen Augenkammer zugekehrt ist. An denselben Präparaten erkennt man auch, dass dies Gewebe unmittelbar vor dem Ciliarmuskel und dicht an der Sclera einen wesentlich anderen Charakter annimmt. Iwanoff und Rollett bezeichnen [3]) diesen Gewebsstreifen, der sich von der vorderen Grenze des Ciliarmuskels unmittelbar an der Innenseite der Sclerotica bis zum Cornealrande erstreckt, als „ein kleinmaschiges, mit Zellen dicht erfülltes Netz". Ich werde unten auf dasselbe ausführlicher zurückkommen und berücksichtige zunächst nur das gröbere Balkenwerk, über welches ich nach den so genauen Angaben von Iwanoff und Rollett [4]) nur noch wenige Worte zu sagen habe. Wenn man beim Ochsen oder Schweine an einem Segment des vorderen Augenabschnittes in der beschriebenen Weise von hinten nach vorn die Gefässhaut von der Sclera abzieht, so folgt das gröbere Balkenwerk der ersteren, während das „klein-

---

1) l. c. p. 49.

2) l. c. p. 52.

3) l. c. p. 31.

4) l. c. p. 28 (Ochs); p. 47 u. 48 (Mensch). Ausserdem vergl. Rollett: »Von den Bindesubstanzen« in Stricker's Gewebelehre p. 50.

maschige Netz" zum grössten Theil auf der letzteren zurückbleibt. Die Balken des Fontana'schen Raumes bestehen bei den letztgenannten Thieren und beim Hunde aus Bündeln von Bindegewebs-Fibrillen, denen zahlreiche elastische Fasern beigemengt sind. Die Fibrillen und elastischen Fasern werden durch eine Kittsubstanz verbunden, die sich leicht in Müller'scher Flüssigkeit löst; man erhält deshalb in den Zupfpräparaten in letzterer Flüssigkeit conservirter Augen die Balken meist aufgelockert oder in die einzelnen Fibrillen ausgefasert. Beim Menschen dagegen verhält sich die Substanz des Balkennetzes ganz ähnlich, wie die Substanz der Descemet'schen Membran; sie gleicht der elastischen Substanz. Aber auch hier lässt sich ein allmähliger Uebergang der homogenen oder feinstreifigen elastischen Balken in fibrilläres Bindegewebe nachweisen, allerdings nur in den dem Irisrande benachbarten Partien, während bei den obengenannten Thieren umgekehrt der Uebergang der fibrillären Balken in elastische Substanz nahe dem Rande der Descemet'schen Haut Statt findet. Es ergeben sich hier also ähnliche Verhältnisse, wie an dem Balkenwerk des subvaginalen Raumes, das ich in dem ersten Theile dieser Untersuchungen beschrieben habe; letzteres zeigt ebenfalls nahe seinen elastischen Ursprungsplatten die Reactionen elastischer Substanz, während es weiterhin aus entschieden fibrillärem Bindegewebe sich zusammensetzt.

Ich habe bisher die zelligen Elemente der beschriebenen Theile ausser Acht gelassen. Es wird nun nöthig, ehe ich weiter gehe, auf diese näher Rücksicht zu nehmen und namentlich zu untersuchen, in welcher Weise sich das Endothel der Descemet'schen Membran auf die vordere Fläche der Iris fortsetzt. Es finden sich darüber in der Literatur noch sehr abweichende Angaben. Henle[1]) lässt das Epithel der Descemet'schen Haut noch vor dem Uebergange derselben in elastische Lamellen aufhören. Kölliker[2]) scheint eine Unterbrechung des Endothels auf den Irisfortsätzen anzunehmen. Er sagt nämlich: „Gegen den Rand der Hornhaut wird dasselbe in seinen Zellen kleiner und endet dann als zusammenhängende Lage. Dagegen setzen sich vereinzelte Züge meist verlängerter,

1) Eingeweidelehre p. 608.

2) l. c. p. 648.

selbst spindelförmiger Epithelzellen über die Fasernetze des Lig. pectinatum und, die Elemente desselben umschliessend, auf den Rand der Iris fort, woselbst wieder eine Epitheliallage erscheint." Haase [1]) schliesst sich an die älteren Angaben von E. Brücke [2]) an, denen zufolge das Epithel der Demours'schen Haut continuirlich in das vordere Epithel der Iris übergeht; über das Verhalten desselben zu den Balken des ligamentum pectinatum (Irisfortsätzen) sagt er jedoch nichts Näheres. Die genauesten Angaben haben Iwanoff und Rollett gemacht. Sie untersuchten die Verhältnisse beim Hunde und fanden dort eine continuirlich sowohl die Irisfortsätze, als die dazwischen befindlichen Lücken überbrückende Epithellage, von der Descemet'schen Haut auf die vordere Irisfläche sich erstreckend. In derselben fanden sie eine geringe Zahl von Spaltöffnungen. Nach der Iris zu verändert sich dabei die feinere Structur der Epithelzellen der Art, dass die Plättchen bedeutend grösser und dünner werden.

Meine eigenen Untersuchungen haben nun zwar auch eine vollständige Continuität des Endothels der Descemet'schen Haut mit dem Endothel der vorderen Irisfläche ergeben, aber in wesentlich anderer Weise, als dies aus den Untersuchungen von Iwanoff und Rollett hervorgeht.

Endothel der vorderen Irisfläche. In Betreff des Endothels der vorderen Irisfläche schliesse ich mich den Angaben der eben genannten Forscher vollständig an. Das „vordere Epithel" der Iris kommt constant vor. Es besteht nicht aus dachziegelförmig sich deckenden Schüppchen, wie J. Arnold [3]) meint, sondern bildet eine einfache zarte Lage mit prominirenden ellipsoidischen Kernen. Davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Falte der vorderen Irisfläche betrachtet. Man erhält dann ein Bild, wie ich es in Fig. 14 vom Hunde darzustellen versucht habe. Ich habe nun dies Endothel auch isolirt untersucht. Die Isolation gelingt überall sehr leicht. An Augen, die in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrt waren, hebt sich das Endothel meist schon bei der Präparation von der vorderen Fläche der Iris ab, so dass man dann im Präparate vergeblich danach sucht. Dies ist namentlich

1) l. c. p. 51.
2) l. c. p. 10
3) Virchow's Archiv Bd. 27. 1863.

bei Schweinsaugen häufig der Fall und ist auch der Grund, weshalb man das Endothel von der vorderen Irisfläche älterer menschlicher Augen so schwer zur Beobachtung bringen kann. Viel geeigneter dazu sind die Augen des Kaninchens und Hundes. Man lege aber, damit die Theile gut erhärten und nicht so leicht auseinander fallen, nur den vorderen Abschnitt des im Aequator halbirten Augapfels nach Entfernung von Glaskörper und Linse in Müller'sche Flüssigkeit oder noch besser in eine Lösung von Kali bichromicum von 5 %. Dann wird man sehr leicht durch Abschaben der vorderen Fläche der Iris Stückchen des dieselbe bekleidenden zarten Endothels erhalten. Es isoliren sich auf diese Weise meist äusserst zarte glashelle Plättchen (Fig. 13 vom Kaninchen) mit unregelmässig begrenzten Rändern und je einem elliptischen Kerne. Nicht selten (Fig. 13 b) erhält man die Profilansicht eines solchen Plättchens und erkennt dann, dass der Kern über beide Flächen des Plättchens stark prominirt, in ganz ähnlicher Weise, wie dies von anderen Endothelien bekannt ist. Zuweilen erhält man auch Plättchen mit 2 Kernen (Fig. 13 c); diese Zellen sind dann meist feinkörnig getrübt.

Endothel der Descemet'schen Haut. Das Endothel der Descemet'schen Haut des menschlichen Auges wird gewöhnlich als eine einfache Lage platter polygonaler Zellen mit kreisrunden Kernen beschrieben [1]). Es lässt sich bekanntlich an Augen, die in Müller'scher Flüssigkeit erhärtet wurden, sehr leicht in grösseren Fetzen von der Descemet'schen Haut abheben, was beweist, dass die die Zellränder verbindende Kittsubstanz eine viel festere ist, als die, welche die ganze Endothellage mit der Glashaut verkittet. Die Verbindung des Endothels mit der letzteren ist bei einigen Thieren, z. B. beim Schweine, oft eine so lockere, dass das Endothel ganz frischer Augen sich schon durch eine ganz kurze Behandlung mit einer einprocentigen Lösung von Argentum nitricum von der Glashaut abheben lässt.

In manchen Fällen beobachtete ich nun am Endothel der Descemet'schen Haut ein von dem gewöhnlichen Befunde abweichendes Verhalten, das nicht als durch Einwirkung der Müller'schen Flüssigkeit hervorgebracht angesehen werden konnte, da dieselbe stets dies Endothel sehr schön conservirt. An isolirten und

---

1) Henle, l. c. p. 607. Kölliker, l. c. p. 648. Brücke, l. c. p. 10.

auf dem Objectträger ausgebreiteten Fetzen der Descemet'schen Haut sah man nämlich von regelmässigen, polygonale Figuren bildenden Zellengrenzen gar nichts mehr, sondern es waren die kreisrunden feingranulirten Kerne in ziemlich regelmässigen Intervallen in eine feinkörnige Masse eingebettet (Fig. 15). In derselben bemerkte man aber ausserdem zahlreiche runde, ovale oder unregelmässig gestaltete wasserhelle Flecke, die ohne bestimmte Ordnung, oft zu mehreren nebeneinander gruppirt, in der feingranulirten Substanz des verschmolzenen Endothels vertheilt waren. Profilbilder, wie man sie leicht durch Erzeugung von Falten erhält, zeigten aber unzweifelhaft, dass das Endothel an diesen Stellen nicht vollständig durchbrochen war, dass wir es vielmehr mit Vacuolen zu thun hatten, die noch auf beiden Seiten des Endothelhäutchens von einer allerdings sehr dünnen Substanzlage bedeckt waren. Dasselbe erkennt man auch an den Rissstellen der flach ausgebreiteten Fetzen, wo gerade Vacuolen mitten durchrissen sind. Es erscheinen hier nicht etwa der Form der Vacuolen entsprechende einfache Ausbuchtungen des Randes, sondern es werden diese scheinbaren Ausbuchtungen stets durch eine zarte gerade Linie, den Ausdruck der Rissstelle der dünnen, die Vacuolen bedeckenden Substanzlamellen nach aussen begrenzt (Fig. 15 bei a). Die Vacuolenbildung scheint gewöhnlich von den Zellengrenzen auszugehen. Dafür spricht einmal der Umstand, dass die Zellengrenzen schwinden; sodann kann man als zu Gunsten dieser Ansicht sprechend Bilder deuten, wie ich sie von einigen Augen mit geringer Vacuolenbildung im Endothel der Descemet'schen Haut erhielt. Es waren an diesen Präparaten die Grenzen der einzelnen Endothelzellen meist noch sehr gut zu erkennen, aber stellenweise unterbrochen oder auch wohl begleitet von meist noch kleinen runden Vacuolen. Im Inneren der Zellen dagegen war noch keine Veränderung bemerkbar.

Die beschriebenen Modificationen des Endothels der Descemet'schen Haut des Menschen sind möglicher Weise auf Altersveränderungen zurückzuführen. Ich fand sie wenigstens häufig an solchen Augen, die am Rande der Descemet'schen Haut die buckelförmigen Prominenzen zeigten, welch' letztere sich ja bekanntlich bei den Augen älterer Individuen vorzugsweise ausgebildet zeigen. In der mir zu Gebote stehenden Literatur habe ich nur noch bei Kölliker eine Andeutnng gefunden, dass das Endothel der Descemet'schen Haut sich zuweilen nicht der gewöhnlich

davon entworfenen Beschreibung fügt. Er sagt nämlich [1], dasselbe würde beim Menschen häufig nicht mehr gut erhalten gefunden, äussert sich aber nicht näher über die Beschaffenheit eines solchen schlecht erhaltenen Endothels.

Während nun beim Menschen wenigstens in allen von mir untersuchten Augen stets die Kerne dieses Endothels sich erhalten, tritt bei manchen Thieren eine noch viel weiter gehende Veränderung ein. Ich schicke hier voraus, dass abweichend von dem beim Menschen Beobachteten die Kerne des Endothels der Descemet'schen Haut bei den von mir genauer darauf untersuchten Thieren (Schwein, Ochse, Hund) einen elliptischen Umriss zeigen, wie die Kerne anderer Endothelien. Die Zellengrenzen bleiben beim Hunde stets deutlich. Hier habe ich auch keine Vacuolenbildung beobachtet. Beim Ochsen dagegen trifft man in einigen Fällen noch wohl erhaltene Zellengrenzen und Kerne ohne Vacuolen, in anderen dagegen ein ganz ähnliches Bild, wie ich es oben vom Endothel der Membrana Descemetii des Menschen beschrieben habe; ja in manchen Fällen schwinden sogar die Kerne, wenigstens konnte ich durch keines der sonst zur Demonstration der Kerne geeigneten Mittel solche sichtbar machen. Dann erscheint das Endothel als eine feinkörnige Platte, die von zahlreichen grösseren und kleineren Vacuolen durchsetzt wird und deren Kerne sämmtlich geschwunden sind. Zuweilen finden sich innerhalb solcher Fetzen noch Andeutungen der Zellengrenzen. Das zuletzt beschriebene Verhalten ist nun beim Schweine das gewöhnliche (Fig. 16); wenigstens habe ich in zahlreichen darauf untersuchten Schweinsaugen nur diese mit Vacuolen durchsetzten kernlosen Endothelien der Descemet'schen Membran gefunden, und zwar waren die betreffenden Präparate Augen entnommen, die ich ganz frisch in Müller'sche Flüssigkeit gelegt hatte. Ob wir auch beim Schweine und Ochsen die beschriebene Beschaffenheit des Endothels der Membrana Descemetii als Altersveränderung auffassen können, will ich nicht entscheiden, da mir das Alter der von mir benutzten Thiere nicht bekannt war.

Ehe ich nun die Art des Zusammenhanges des Endothels der Descemet'schen Membran mit dem Endothel der vorderen Irisfläche beschreibe, muss ich noch einer Beobachtung gedenken, aus der mir mit Sicherheit hervorzugehen scheint, dass der Humor

---

1) l. c. p. 648.

aqueus im normalen Zustande Formelemente enthält, und zwar vereinzelte rothe und eine etwas grössere Zahl farbloser Blutkörperchen. Bei Betrachtung der der vorderen Augenkammer zugekehrten Seite des aus schönen polygonalen Zellen mit ovalen Kernen bestehenden Endothels der Membrana Descemetii eines Hundes bemerkte ich nämlich bei Einstellung auf die äusserste Oberfläche des Präparats zahlreiche kugelige feingranulirte Körperchen, die bei einer weniger sorgfältigen Einstellung leicht für die weniger deutlichen Kerne der Endothelzellen gehalten werden konnten. Man überzeugte sich jedoch stets leicht, dass jede Zelle ausserdem noch ihren elliptischen Kern enthielt, der in einer etwas tieferen Ebene gelegen war. Noch deutlicher war an Profilbildern zu erkennen, dass die betreffenden Formelemente auf der Oberfläche des Endothels lagen, demselben anklebend. Die Form, Grösse und das Aussehen der beschriebenen Gebilde stimmte auffallend mit den gleichen Eigenschaften farbloser Blutkörperchen überein, so dass ich kein Bedenken trage, sie für solche zu halten. Zwischen ihnen fanden sich ebenfalls über die innere Oberfläche des Endothels zerstreut einige rothe Blutkörperchen. Ich glaube, der beschriebene Befund lässt kaum eine andere Deutung zu, als dass wir es hier mit normalen morphotischen Bestandtheilen des Humor aqueus zu thun haben. Dass diese Elemente durch eine Blutung in die vordere Augenkammer hinein gelangt seien, daran war nicht zu denken. Dagegen sprach zunächst die Todesart des Thieres. Dasselbe war nämlich durch Verbluten aus einer Carotis getödtet, eine Todesart, bei der nie Blutungen in die vordere Augenkammer eintreten. Ueberdies war am frischen Auge keine Trübung des Humor aqueus zu bemerken; die beschriebenen Formelemente waren ferner zu wenig zahlreich, die farblosen reichlicher vertreten, als die rothen, alles Momente, die ein Hineingelangen der Blutkörperchen in den Humor aqueus durch eine Blutung ausschlossen. Andererseits hat es aber durchaus nichts Auffallendes, in einem Lymphraume, als welchen wir ja die vordere Augenkammer anzusehen haben, farblose Blutkörperchen zu finden. Auch das Vorkommen vereinzelter rother kann uns nicht befremden, seitdem wir durch Stricker[1]), Prussak[2]) und Cohn-

1) Studien über den Bau und das Leben der capillaren Blutgefässe. Wiener acad. Sitzungsber. Math.-naturw. Kl. Bd. 52.

2) Ueber künstlich erzeugte Blutungen per diapedesin. Wiener acad. Sitzungsber. Math.-naturw. Kl. Bd. 56.

heim [1]) wissen, dass auch die rothen Formelemente des Blutes durch die Gefässwände hindurchdringen können. Dass wir im beschriebenen Falle die Blutkörperchen der Oberfläche des Endothels der Descemet'schen Haut aufliegen sehen, kann uns nicht wundern. Beim Erhärten der Augen werden sich die im Humor aqueus suspendirten Formelemente senken und nun je nach der Lage des Auges im Glase auf einer der begrenzenden Flächen liegen bleiben. Im vorliegenden Falle war das Auge in Müller'scher Flüssigkeit mit der Cornea nach unten aufbewahrt; die Blutkörperchen mussten also auf dem Endothel der Descemet'schen Haut zur Ruhe kommen.

Der soeben genauer besprochene Fall fordert auf, zu untersuchen, ob das Vorkommen von Lymphkörperchen im Humor aqueus ein allgemeines ist, wie man dies wohl erwarten darf. Ich beschränke mich auf die vorstehenden Angaben und bemerke nur noch, dass Henle in Fig. 462 seiner Eingeweidelehre eine Abbildung des Endothels der Descemet'schen Haut vom Menschen giebt, in welcher zwei „Kerne" sich auffallend von den übrigen dort dargestellten unterscheiden; dieselben sind kleiner und dunkler contourirt gezeichnet, als die übrigen, und liegt der Gedanke nahe, dass wir es hier ebenfalls mit anhaftenden Lymphkörperchen zu thun haben.

Uebergang des Endothels der Descemet'schen Haut auf die Iris; Endothelscheiden des Balkennetzes. Ich kann mich nun zur Besprechung der Art und Weise wenden, wie das Endothel der Descemet'schen Haut über die Irisfortsätze hinweg sich auf die vordere Irisfläche fortsetzt. Wenig geeignet für diese Untersuchung sind von den genannten Geschöpfen Ochse und Schwein wegen des Pigmentreichthums der betreffenden Theile und der leichten Ablösbarkeit des Endothels von seiner Unterlage. Am meisten empfehlen sich die gut in Müller'scher Flüssigkeit oder Kali bichromicum von 5 % erhärteten Augen älterer menschlicher Individuen, bei denen die Descemet'sche Haut die charakteristische mit Warzen besetzte Randzone zeigt. Schon innerhalb dieser Randzone wird eine auffallende Veränderung des Endothels bemerkbar. Während es sonst auf der Oberfläche der Descemet'schen Membran runde Kerne besitzt, zeigt es zwischen den zahl-

---

1) Ueber venöse Stauung. Virchow's Archiv Bd. 41.

reichen buckelförmigen Erhebungen dieser Randzone mehr und mehr ovale oder elliptische Kerne, die nun ganz den Kernen anderer Lymphgefäss-Endothelien gleichen (Fig. 10). Zugleich werden die Zellengrenzen undeutlich und verschwinden schliesslich ganz. Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Gegend ist, dass die Buckel scheinbar frei, unbedeckt aus dem Endothel hervorragen, dass letzteres nur in den vielfach untereinander verbundenen Thälern zwischen den Warzen vorzukommen, also durch die Buckel vielfache Unterbrechungen zu erleiden scheint. Diese Unterbrechungen finden aber in der That nicht Statt, sondern über jeden Buckel zieht sich noch eine äusserst dünne, mit den daneben gelegenen Endothelzellen zusammenhängende Membran, die selbst als ein Theil dieser Endothelzellen anzusehen ist. Es erscheint deshalb das Endothel dieser Gegend, wenn man es isolirt untersucht, zwar als zusammenhängende, aus verschmolzenen Zellen bestehende Platte, aber dieselbe ist nicht überall gleich dick, wie auf dem warzenfreien Theile der Descemet'schen Haut, sondern an allen den Stellen, wo sie sonst die Warzen bedeckt, zu einer äusserst dünnen Membran ausgezogen. Es gewähren diese Stellen dann den Anblick heller vacuolenartiger Flecke.

Es ist nun begreiflich, dass zwischen den warzigen Erhebungen das Endothel, indem es hier mehr Halt findet, als auf einer glatten Oberfläche, auch fester haftet. Deshalb eignen sich gerade menschliche Augen sehr zum Studium der weiteren Veränderungen des Endothels. Hat man sich in der früher beschriebenen Weise nach Entfernung des Ciliarkörpers und der Iris durch Abziehen der Innenwand des Schlemm'schen Kanales in der Richtung von hinten nach vorn ein Präparat hergestellt, an welchem diese Wand noch in ihrem Zusammenhange mit einem grossen Theile des Balkenwerks des Fontana'schen Raumes und der Irisfortsätze, ferner mit dem Grenzringe und einem Stücke der Descemet'schen Membran erhalten ist, so bemerkt man zunächst, dass die elliptischen Endothelkerne sich auf den vorderen Grenzring nach hinten fortsetzen (Fig. 10). In manchen Fällen gelingt es, das den Grenzring bedeckende Endothel auf ziemlich weite Strecken hin zu isoliren (Fig. 11 d) und erscheint dasselbe dann als ein zartes Häutchen mit zahlreichen elliptischen Kernen, in deren Nachbarschaft sich meist noch feinkörniges Protoplasma erhalten hat, während der grössere Theil des Häutchens homogen aussieht. An Dicke ist es nicht entfernt mehr dem Endo-

thel der Descemet'schen Haut zu vergleichen, sondern kommt vielmehr darin ganz überein mit den Lymphgefäss-Endothelien. Es lässt sich nun dies Endothelhäutchen leicht bis an die Ansatzstellen der aus den Irisfortsätzen stammenden Balken am Grenzringe verfolgen (Fig. 11a u. b), hört hier aber weder mit einem scharfen Rande auf, noch überbrückt es Balken und Lücken zwischen denselben als continuirliche Lage. Es setzt sich vielmehr einerseits unter den Balken-Ursprüngen nach hinten auf die aus der Descemet'schen Haut entstandenen elastischen Platten fort, andererseits sendet es sowohl über die Balken der Irisfortsätze, als des Fontana'schen Raumes Endothelscheiden hinweg, die sich bis zur Iris verfolgen lassen. Es gleichen diese Endothelscheiden ganz denen, welche ich von den Balken zwischen den Opticusscheiden beschrieben habe [1]). In Fig. 20 habe ich einen sich gabelnden Balken abgebildet. Seine zarte Endothelscheide hat sich überall von der starren Substanz des Balkens abgehoben und lässt nahe der Gabelungsstelle zwei elliptische Kerne erkennen. Auch in anderen Fällen pflegen die Kerne an oder in der Nähe der Gabelungsstelle solcher Balken zu liegen, während die verbindenden Balkenstücke oft auch ziemlich lange Strecken kernlose Scheiden besitzen können. Es ist nichts leichter, als sich gerade beim Menschen vom Vorhandensein dieser Endothelscheiden der Balken zu überzeugen; nur bedarf man dazu möglichst frisch eingelegter und gut erhärteter Augen, da in dünneren Lösungen das Endothel leicht abfällt und die Balken nun nackt erscheinen. An gelungenen Präparaten sieht man oft das ganze Balkengewebe in der beschriebenen Weise eingescheidet. Natürlich muss man, um die zarten Linien zu erkennen, welche sich als optische Durchschnittsstellen der Endothelscheiden auf den Balken von Kern zu Kern verfolgen lassen, sich starker Vergrösserungen bedienen. Besonders instructiv sind die Bilder, wo ein Riss in der Endothelscheide entstanden ist. Auch quere Falten derselben können zur Beobachtung kommen, wie dies Fig. 20 zeigt. Iwanoff und Rollett gedenken ebenfalls der Anwesenheit von Zellen auf den Balken und in den Zwischenräumen zwischen denselben, ohne jedoch hervorzuheben, dass durch dieselben die Balken continuirliche Endothelscheiden erhalten. Ich habe an gut gehärteten Präparaten keine Zellen in den Zwischenräumen gesehen, wohl aber an Zupf-

1) Vergl. dieses Archiv Bd. VI. p. 52. Fig. 26.

präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit oder dünnen Lösungen von Kali bichromicum. In letzterem Falle konnte man aber constatiren, dass dieselben sich von der Oberfläche der Balken abgelöst hatten. Die Endothelscheiden zerreissen dabei auf die mannigfaltigste Weise und erhält man deshalb sowohl vollständig erhaltene, von den Balken abgestreifte Scheiden, am häufigsten aber ein- oder mehrkernige Bruchstücke derselben mit unregelmässig begrenzten Rändern. Dieselben können dann die allerverschiedensten Gestalten besitzen und glaube ich, dass die verschiedenen Formen, welche Iwanoff und Rollett[1]) beschreiben, auf Fragmente der Endothelscheiden zurückzuführen sind. Was ferner Haase[2]) von der Oberfläche der Balken von Embryonen und Kindern als Zellen abbildet, sind nichts anderes als die Kerne der Endothelscheiden, welch' letztere Haase entgangen zu sein scheinen. Es geht aber aus Haase's Abbildungen die interessante Thatsache hervor, die ich beim jungen Hunde und Kalbe bestätigt fand, dass die Kerne bei Embryonen und jugendlichen Individuen dichter aneinander liegen, entsprechend den kürzeren Balken und engeren Maschenräumen zwischen denselben. Später wachsen die Balken mehr und mehr in die Länge; es werden die Endothelscheiden ebenfalls in die Länge gezogen und findet man nun die Kerne vorzugsweise an den Knotenpunkten des Balkennetzes. Eine Kernvermehrung scheint beim Wachsthum der Balken nicht mehr Statt zu finden.

Es ist nun zweckmässig, hier gleich die Behandlung der Frage nach dem Vorkommen und der Beschaffenheit zelliger Gebilde auf und zwischen den Balken des Fontana'schen Raumes der verschiedenen von mir untersuchten Thiere anzuschliessen. Ich berücksichtige dabei aber zunächst nur das gröbere Balkenwerk, indem ich den dicht der Sclera anliegenden Theil dieses Gewebes unten näher zu besprechen gedenke. Meine Beobachtungen über die zelligen Elemente des Fontana'schen Raumes beziehen sich auf die Augen vom Kalb, Ochsen, Schwein, Hund, vom Huhn und der Taube. Beim Hunde überzeugt man sich fast noch leichter, wie beim Menschen, dass das Balkennetz von vollständigen Endothelscheiden umhüllt ist. Ob hier noch zwischen den Balken sternförmige, mit den Enden ihrer Ausläufer sich direct mit den Endothelscheiden

---

1) l. c. p. 47.
2) l. c. Fig. III u. IV.

verbindende Zellen vorkommen, durch Vermittlung derer sich etwa neue Balken bilden, kann ich nicht mit Sicherheit behaupten, halte es jedoch nicht für unwahrscheinlich, da mir manche Präparate darauf zu beziehende Bilder lieferten. Eine vollständige, einen Balken bekleidende Endothelscheide zeigt Fig. 19. Wo die Endothelscheide abgerissen ist, zerfällt der Balken in Fibrillen (b, b). Auch beim Hunde fallen die Endothelscheiden in Zupfpräparaten leicht von den Balken ab und zerreissen vielfach. Noch viel leichter findet dies beim Ochsen und Schweine Statt. Hier gelingt es in der That nur selten, sich vom Vorhandensein eines continuirlichen Endothelüberzuges der Balken zu überzeugen, da hier auch bei noch so vorsichtigem Verfahren das Endothel sehr leicht sich ablöst und in einzelne kernhaltige Plättchen zerfällt. Ich schliesse deshalb für diese Fälle auf ein ähnliches Verhalten, wie beim Menschen und Hund, aus der Analogie, sowie aus der Gestalt der isolirten Zellen, die meist gekrümmte Plättchen darstellen. Ueberdies finden sich auf der Oberfläche mancher Balken noch auf längere Strecken hin Stücke der Endothelscheide erhalten. Bei jungen Thieren kann man sich aber stets leicht von dem Vorhandensein eines zusammenhängenden, die Balken einscheidenden Endothels überzeugen. In Fig. 22 gebe ich eine Abbildung eines Theils des betreffenden Balkennetzes vom Kalbe; der Endothelüberzug der Balken ist hier leicht zu erkennen; ja das Endothel ist hier so mächtig entwickelt, dass es sich an den Knotenpunkten der Balken oft schwimmhautförmig von dem einen zum anderen hinüberspannt.

Bei den von mir untersuchten Vögeln (Huhn, Taube) kann man an den eigenthümlichen elastischen Balken stets mit grösster Leichtigkeit die Endothelscheiden nachweisen. Fig. 21 zeigt einen derartigen Balken mit einer Endothelscheide, die an zwei Stellen gerissen ist und zwei elliptische längsgestellte Kerne erkennen lässt. Die Kerne prominiren ziemlich bedeutend. Wo zwei Balken unter spitzem Winkel zusammen stossen, zieht das Endothel auch hier schwimmhautförmig vom einen zum anderen hinüber und enthält daselbst meist einen Kern. Iwanoff und Rollett [1]) haben offenbar dieselben Gebilde vor Augen, wenn sie von der Oberfläche dieser Balken spindelförmige Zellen mit ovalen Kernen beschreiben. Denn im Profil machen die Kerne mit den angrenzenden Theilen des

---

1) l. c. p. 60.

Endothels, namentlich wenn sie fest dem Balken aufliegen, den Eindruck spindelförmiger Zellen.

In der zuletzt citirten Fig. 21 vom Huhn zeichnen sich einige Stellen der Endothelscheide dadurch aus, dass an ihnen Pigmentkörnchen sich vorfinden. Sehr häufig erscheinen dieselben an den Polen der Kerne; sie können aber auch an anderen Stellen des Endothelhäutchens auftreten. Eine ganz ähnliche Beobachtung habe ich beim Hunde gemacht. Ich glaube, dass diese Pigmentkörnchen nicht bloss zufällig bei der Präparation an die Endothelscheiden gelangt sind, sondern dass sie vielmehr diesen schon im Leben angehören. Wir hätten es dann also mit pigmentirten Endothelien zu thun. Nicht zu verwechseln damit sind die verästelten, auf der Oberfläche der Balken sich oft lang hinstreckenden Pigmentzellen, wie man sie bei allen von mir erwähnten Säugethieren leicht beobachten kann. Am Auge des Hundes überzeugt man sich leicht, dass diese Pigmentzellen unter der Endothelscheide, zwischen dieser und der fibrillären Substanz des Balkens, liegen. Sie verhalten sich also zur Endothelscheide, wie die platten Pigmentzellen der Suprachorioidea zu den die Lamellen derselben überziehenden Endothelien.

Ich habe oben vom Auge des Menschen beschrieben, wie das Endothel der Descemet'schen Haut sich auf dem Grenzringe verändert und sich auf die aus den Irisfortsätzen stammenden Balken fortsetzt. Nach hinten zu setzt es sich auf die aus der Descemet'schen Membran hervorgehenden elastischen Platten fort, aus denen, wie mehrfach erwähnt, der grösste Theil des früher als Ligamentum pectinatum bezeichneten Balkenwerks entspringt. Sehr deutlich ist diese Fortsetzung am Auge des Hundes zu erkennen. Nach Iwanoff und Rollett überbrückt hier das von der Descemet'schen Haut zur Iris hinüberziehende Endothel die Irisfortsätze der Art, dass es auch in den Lücken zwischen den einzelnen Fortsätzen als continuirliche Lage vorhanden ist, die sich hier nur leicht nach hinten einbiegt und an diesen Stellen nur wenige Spaltöffnungen erkennen lässt. Ich habe anfangs bei der Untersuchung dieser Verhältnisse mich der von Iwanoff und Rollett angegebenen [1]) Methode bedient. Bei weitem klarere Präparate, die auch eine Beobachtung mit den stärksten Vergrösserungen gestatteten, erhielt ich jedoch auf eine andere Weise. Ich schnitt nämlich an gut in

1) l. c. p. 40.

Kali bichromicum erhärteten Segmenten des vorderen Augenabschnittes mit einer feinen Scheere die Iris der Art von ihrer Anheftung ab, dass an der Cornea das ganze Balkenwerk des Fontana'schen Raumes mit einem feinen, den Iriszipfeln zum Ursprunge dienenden Streifen des Irisgewebes zurückblieb. War dies geschehen, so liess sich leicht der Ciliarkörper durch gelinden Zug von vorn nach hinten mit der Chorioides von der Sclera abziehen. Es blieben an der Grenze von Sclera und Cornea nur zurück das Balkengewebe des Fontana'schen Raumes und die Irisfortsätze. Da nun diese Theile continuirlich in die Descemet'sche Haut und ihre Verlängerungen sich fortsetzen, so war es ein Leichtes, durch Abziehen dieses Gewebes von der Sclera in der Richtung nach der Cornea zu, dasselbe im Zusammenhange mit einem grossen Stück der Descemet'schen Haut zu isoliren. Diese Theile wurden dann auf dem Objectträger so ausgebreitet, dass die Innenfläche der Descemet'schen Haut und das von ihr entspringende Balkengewebe nach oben gekehrt waren. An diesen Präparaten ist das Endothel der Descemet'schen Haut fast immer gut erhalten und lässt sich sein Uebergang auf die Balken, sowie seine Fortsetzung nach hinten sehr gut erkennen. Wir erinnern uns, dass beim Hunde die Irisfortsätze nicht aus einem Grenzringe entspringen, sondern direct aus der von mäandrischen Linien durchzogenen Zone, die viel breiter ist, als die entsprechende anderer Thiere. Während nun das Endothel der Descemet'schen Haut sich bis an den Anfang dieser Zone noch leicht von seinem Substrate abheben lässt, haftet es von hier an viel fester auf demselben. Es folgt dabei genau allen Unebenheiten der inneren Oberfläche und bekleidet also auch die sich formenden Balken, so lange sie sich noch nicht von der Oberfläche abgelöst haben, continuirlich. Dies Bild erinnert dann in der That an die Angaben von Iwanoff und Rollett: es werden hier sowohl Balken als Zwischenräume von einer continuirlichen Endothelschicht überzogen, die sich in die Zwischenräume zwischen den Balken leicht einsenkt. Die Balken sind hier aber noch fest mit der Descemet'schen Membran verwachsen. Sobald sie frei zu werden anfangen, treten andere Verhältnisse ein. An unseren Präparaten kann man sich dann bei genauer Einstellung sehr leicht überzeugen, dass nicht etwa eine Ueberbrückung durch das Endothel in der von Iwanoff und Rollett beschriebenen Weise auch weiterhin Statt findet, dass vielmehr dasselbe (Fig. 17) sich sowohl auf die frei-

gewordenen Balken der Irisfortsätze, dieselben einscheidend, fortsetzt, als auch nach hinten über die innere Oberfläche der Fortsetzung der Descemet'schen Membran als eine continuirliche Lage, die nur an den zahlreichen Stellen, wo die Balken des Fontana'schen Raumes entspringen, von letzteren durchbrochen wird, doch so, dass sie stets eine Endothelscheide über die Oberfläche der Balken entsendet. Die Irisfortsätze selbst zeigen überall den schönsten Endothelüberzug bis auf die Iris hin, wo die weitere Verfolgung des Endothels an Flächenansichten durch den Pigmentreichthum des Gewebes verhindert wird. Man erkennt ferner deutlich eine auffallende Veränderung des Endothels der Descemet'schen Haut beim Uebergange auf die frei gewordenen Balken. Während es auf den noch der Membran aufliegenden leistenartig vorspringenden Balken sich nicht von dem feinkörnigen kleinzelligen Endothel der Descemet'schen Haut unterscheidet, verändert es an den Stellen, wo die Balken frei zu werden anfangen, sehr rasch seinen Charakter der Art, dass die Zellengrenzen rasch undeutlich werden, die feinkörnige Beschaffenheit aufhört und wir nun die homogenen mit Kernen besetzten Scheiden vor uns haben. Aber nicht nur beim Uebergange auf das Balkengewebe verändert sich das Endothel der Descemet'schen Membran. Je weiter wir es nach hinten über die Fortsetzung der letzteren verfolgen, desto auffallendere Veränderungen bemerken wir an ihm. Es treten zunächst Vacuolen auf; diese werden immer zahlreicher, die Kerne dagegen spärlicher; es erhalten sich schliesslich zwischen den Vacuolen netzförmige Substanzbrücken und zwar meist in der Umgebung der Kerne, oft aber auch an anderen Stellen des Endothelhäutchens. Letzteres ist jetzt, indem die Vacuolen nach der freien Oberfläche zu durchgebrochen sind, zu einer dünnen zarten mit netzförmigen Verdickungen versehenen kernführenden Endothelmembran geworden.

An den Augen des Ochsen und Schweines habe ich den Uebergang des Endothels der Descemet'schen Membran auf die Iris nicht studirt, da dieselben sich weniger dazu eigenen.

Der Schlemm'sche Kanal und seine Wandungen. Ausser dem bisher beschriebenen gröberen Balkenwerk des Fontana'schen Raumes erwähnen Iwanoff und Rollet beim Ochsen und Schwein noch ein »kleinmaschiges Netz«, welches sich daselbst von

der Ansatzstelle des Ciliarmuskels bis zum Anfang der Cornea hin erstreckt. Ich habe dasselbe namentlich beim Schwein einer genauen Untersuchung unterworfen. An Meridionalschnitten (Fig. 26) durch diese Theile des Auges erkennt man zunächst, dass das fragliche dicht der Sclera anliegende Gewebe sich scharf vom compacten Gewebe der letzteren abhebt, was in der bezüglichen Figur 3 von Iwanoff und Rollett nicht genügend hervortritt. Andererseits geht das sogenannte kleinmaschige Gewebe allmählig in das gröbere Balkenwerk des Fontana'schen Raumes über, indem die Maschen rasch an Grösse zunehmen. Im letzteren werden die Balken durch einen Meridionalschnitt in den verschiedensten Richtungen getroffen; im »kleinmaschigen Theile« sieht man dagegen nur Querschnitte von Gewebsbündeln, deren optisches Verhalten auf einen grösseren Reichthum dieser Bündel an elastischen Fasern deutet. Was Iwanoff und Rollett in ihrer Figur 3 als feines das gröbere Balkenwerk fortsetzendes Netz zeichnen, entspricht daher den Lücken zwischen den Querschnitten circulär verlaufender Bündel. In ihrer Fig. 2 vom Ochsen haben die genannten Forscher die Verhältnisse richtig dargestellt. An Meridionalschnitten erkennt man also schon deutlich, dass das sogenannte kleinmaschige Gewebe aus zahlreichen circulär verlaufenden dickeren und dünneren Balken besteht, welche feine Lücken zwischen sich lassen. Viel leichter kann man sich von diesem Verhalten an Zupfpräparaten überzeugen. Hat man an Augen aus Müller'scher Flüssigkeit sich ein Segment der vorderen Augenhälfte herausgeschnitten und an diesem Präparate den Ciliarkörper in der schon früher angegebenen Weise durch einen vorsichtigen Zug von hinten nach vorn entfernt, so folgt das gröbere Balkenwerk des Fontana'schen Raumes dem Chorioidalsegmente, während das sogenannte kleinmaschige Netz von Iwanoff und Rollett an der Grenze zwischen Cornea und Sclera auf der Innenfläche der letzteren zurückbleibt. Es präsentirt sich dann als ein etwa $1\frac{1}{2}$ Mm. breiter graubraun pigmentirter[1]) locker gewebter Ring, der sich mit Hülfe einer feineren Pincette leicht von seiner Unterlage abziehen lässt. Nach Entfernung dieses Gewebes erscheint dann auf der Innenfläche

1) Der Pigmentgehalt dieses Gewebes ist ein sehr wechselnder und demgemäss auch die Farbe desselben bald grau, bald graubraun, bald schwarzbraun.

der Sclera dicht hinter dem Cornealrande eine rinnenförmige Vertiefung (Fig. 8 B, a), die vorher durch das genannte Gewebe ausgefüllt wurde. Ich werde diese Rinne hinfort als Scleralrinne bezeichnen. Sie findet sich an der bezeichneten Stelle im ganzen Umfange des Bulbus und ist an Meridionalschnitten stets leicht zu erkennen (Fig. 26). Nach der Cornea zu steigt der Boden dieser Rinne stets ziemlich sanft an, während die Neigung der hinteren Wand eine sehr verschiedene sein kann. Ist dieselbe steil abfallend, so erhält die Scleralrinne eine grössere Tiefe. In diesem Falle (Fig. 27, A) wird ihre hintere Grenze meist durch eine wallartige Erhebung des Scleral-Gewebes gebildet (Fig. 27 A, b), an welche sich Fasern des Ciliarmuskels inseriren[1]). In anderen Fällen ist die Scleralrinne nur gering entwickelt, ist aber auch dann noch leicht genug zu erkennen (Fig. 27, B, a). In ein und demselben Auge kann die Tiefe der Scleralrinne zwischen den beiden durch Abbildungen erläuterten Extremen schwanken, wie dies eine grössere Reihe von Meridionalschnitten aus demselben Auge deutlich beweist.

Untersucht man nun das erwähnte aus der Scleralrinne entfernte Gewebe an Zupfpräparaten, so erkennt man leicht, dass es aus zahlreichen elastischen Fasern und Bindegewebsfibrillen besteht, die sämmtlich in circulärer Richtung und einander nahezu parallel verlaufen. Dazwischen bemerkt man zahlreiche zellige Elemente, auf die ich gleich zurückkomme. Von einer Zusammensetzung dieses Gewebes aus circulär verlaufenden Balken, wie man sie nach den Meridionalschnitten annehmen musste, ist an Zupfpräparaten aus Müller'scher Flüssigkeit wenig zu sehen, weil dadurch das Gewebe im höchsten Grade aufgelockert wird, so dass man sich wohl noch von der im Allgemeinen parallelen Richtung der Fasern überzeugen kann, aber nur noch wenige derselben bündelweise aneinander gelagert vorfindet. Besser gelingt dies an Präparaten, die in Alkohol

1) Iwanoff und Rollett erwähnen beim Schwein an der Innenseite der Sclera circuläre Muskelfasern. Auch ich habe in der von den genannten Forschern näher bezeichneten Gegend Querschnitte von Gebilden gefunden, die ich nicht anders als glatte Muskelfasern deuten kann. Doch scheinen sie an den Stellen, wo die Scleralrinne schwach entwickelt ist, zu fehlen; bei stark erhobenem hinteren Grenzwall dagegen bilden sie eine deutliche Lage, welche hinter dem Grenzwalle beginnend sich ziemlich weit auf der Innenseite der Sclera nach hinten erstreckt. An diesen Stellen waren auch zwischen den äussersten meridionalen Faserbündeln quere zu erkennen.

oder noch besser an solchen, die in Holzessig gehärtet waren. Die Balkenstruktur wird dann deutlich genug. Anastomosen zwischen den Balken scheinen nur unter spitzen Winkeln Statt zu finden. An Holzessig-Präparaten überzeugt man sich zugleich sehr leicht von dem grossen Reichthum dieser Balken an elastischen Fasern.

Aus der beschriebenen Anordnung des die Scleralrinne ausfüllenden Gewebes geht nun hervor, dass die Lücken zwischen den Balken ebenfalls in äquatorialer Richtung ausgedehnt sein müssen, dass sich zwischen den Balken ein feines Lückensystem befindet, welches überwiegend aus feinen in äquatorialer Richtung verlaufenden, unter einander auf die verschiedenste und reichlichste Weise communicirenden Hohlräumen besteht. Dies Lückensystem hängt mit den Lücken zwischen den gröberen Balken und dadurch mit der vorderen Augenkammer continuirlich zusammen.

Was endlich die zelligen Elemente dieses Gewebes betrifft, so ist ihr Verhalten zu den Balken fast noch schwerer zu erkennen, wie im grobmaschigen Gewebe. Man erhält auch hier beim Zerzupfen von Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit die mannigfaltigsten Zellformen von ganz ähnlicher Beschaffenheit, wie ich sie oben beschrieben habe (Figur 32). Iwanoff und Rollett beschreiben aus dem analogen Gewebe des Ochsen zahlreiche lymphoide Zellen [1]). Beim Schwein habe ich dieselben nicht gefunden, sondern alle Zellen und Zellenrudimente, welche ich erhielt, stimmten in allen Eigenschaften mit endothelialen Zellen anderer Oertlichkeiten überein. Jedoch gelang es mir nicht, ihre Beziehungen zu dem übrigen Gewebe so klar zu stellen, wie an anderen Orten. Als das beste Mittel dazu erwies sich noch der Holzessig. Wie oben erwähnt, bleiben dadurch die einen Balken constituirenden Fasern im Zusammenhange und erkennt man nun auf der Oberfläche derselben in verschiedenen Abständen elliptische Kerne, mit ihrer Längsachse der Faserrichtung parallel gestellt. Ich schliesse aus diesem Befunde, dass auch hier die Balken auf ihrer Oberfläche einen Endothel-Ueberzug besitzen, der dann wahrscheinlich mit dem Endothelüberzug des grobmaschigen Gewebes continuirlich ist. Wie im letzteren, so kommen auch in diesem Gewebe zahlreiche Pigmentzellen vor, die sich den Balken anzuschmiegen scheinen.

Bei der Betrachtung gelungener Meridionalschnitte durch diese

---

1) l. c. p. 27.

Theile des Schweinsauges fallen nun zunächst nach aussen von dem die Scleralrinne ausfüllenden lockeren eben beschriebenen Gewebe innerhalb der eigentlichen festgewebten Sclera mehrere an den einzelnen Schnitten an Zahl wechselnde runde oder ovale, scharf begrenzte Lücken auf, die als nichts Anderes zu deuten sind, als die Querschnitte von Venen und zwar derjenigen Venen, welche hier den Leber'schen Ciliarplexus formiren. Nach innen davon in dem lockeren circulärfaserigen Gewebe finden sich zuweilen neben den zahlreichen feinen Lücken einige grössere, deren Durchmesser bis 30 μ betragen kann. Sie kommen meist nur in den äussersten dicht an die Sclera grenzenden Theilen dieses Gewebes vor und unterscheiden sich von den feineren Lücken lediglich durch ihre Grösse. Ich werde gleich zeigen, dass diese letzteren und nicht die unzweifelhaften Venen-Querschnitte im compacten Gewebe der Sclerotica dem Schlemm'schen Kanale des Menschen entsprechen, dass ferner das die Scleralrinne ausfüllende Ringfasergewebe beim Menschen durch die Innenwand des Schlemm'schen Kanales repräsentirt wird. Es wird, wie die letztere, oft in Continuität mit Theilen der Descemet'schen Membran erhalten.

Die innere Wand des Schlemm'schen Kanales des Menschen ist die directe Fortsetzung der Descemet'schen Haut, die nach Bildung ihres Grenzringes aufhört, glasartig durchsichtig zu sein und nun in eine Menge vielfach durchbrochener elastischer Platten zerfällt. Von der Innenwand dieser eigenthümlichen, an die gefensterten Membranen der Arterien erinnernden Platten, entspringen nun, wie dies auch Henle beschreibt und abbildet [1]), die netzförmig sich verbindenden Balken des Fontana'schen Raumes (Balken des ligamentum pectinatum der Auctoren), und zwar in der Weise, dass die Lücken der durchbrochenen Platten allmählig grösser werden, die Balken dagegen schmaler, dass also das Plattenwerk zu einem Balkenwerke sich gleichsam auflockert. Die eigenthümlichen elastischen Lamellen selbst hat Henle vortrefflich charakterisirt. Er sagt über dieselben [2]): »Jede Lamelle stellt ein enges Netzwerk von platten und breiten Fasern dar, dessen Maschen rundlich oder oval und im letzteren Falle mit dem längsten Durchmesser äquatorial gestellt sind.« Ich gebe in Fig. 28 eine Abbildung eines

1) l. c. p. 626 Fig. 479.

2) l. c. p. 626.

Theiles einer solchen elastischen Platte. Man erkennt, dass die Substanz derselben nicht homogen ist, sondern zahlreiche dunkle Linien enthält, wahrscheinlich dichtere Partieen innerhalb der festen Platten. Was die Löcher in den letzteren betrifft, so bemerkt Henle sehr richtig, dass dieselben mit ihrem Längsdurchmesser äquatorial gestellt sind. Dem entsprechend ist auch die Faserung innerhalb der Platten eine circuläre. Das Verhältniss zwischen der Grösse der Löcher und der undurchbrochenen Substanz ist ein wechselndes. Bald ist letztere vorherrschend, bald wieder von so zahlreichen Lücken durchbrochen, dass sie nur noch als ein aus dünnen unter spitzen Winkeln anastomosirenden Balken bestehendes elastisches Netzwerk erscheint (Fig. 28 bei a). Bei dem schon oben angegebenen Verfahren, nach welchem man die ganze Innenwand des Schlemm'schen Kanales im Zusammenhange mit der Descemet'schen Membran isoliren kann, ist es nun leicht möglich, das Verhalten der Löcher der einzelnen über einander liegenden Membranen zu einander zu untersuchen. Stellt man nämlich die Innenfläche eines auf die beschriebene Weise hergestellten Präparates ein, so erkennt man, dass die Löcher der innersten elastischen Platte nicht etwa mit den Löchern der zunächst nach aussen gelegenen, geschweige denn der übrigen zusammenfallen. Sie zeigen vielmehr zu einander ein sehr wechselndes, unregelmässiges Lageverhältniss. Die einzelnen Platten stehen unter einander mehrfach in Verbindung, doch so, dass zwischen ihnen oft auf weite Strecken feine Spalten frei bleiben. Soweit wie diese Spalten reichen, lassen sie sich deshalb leicht isoliren. Am lockersten ist der Zusammenhang der Platten nicht weit hinter dem Grenzringe der Descemet'schen Membran. Hier reisst bei Herstellung der Präparate in der schon öfter erwähnten Weise das Plattenwerk meist in äquatorialer Richtung, so dass dann die innere Wand des Schlemm'schen Kanales in eine vordere und hintere Hälfte zerfällt. Erstere enthält den Grenzring mit einem Stück der Descemet'sche Membran und den vorderen Theil des Plattenwerks; sie begrenzt nur mit letzterem noch den vordersten Theil des Schlemm'schen Kanales. In der hinteren Hälfte dagegen wird das elastische Plattenwerk sehr bald dichter und geht alsbald in einen derbfaserigen Ring über. Derselbe enthält neben vielen Bindegewebsfibrillen eine grosse Menge elastischer Fasern; die Faserrichtung in diesem Ringe ist stets eine äquatoriale. Er dient dem grössten Theile der meri-

dionalen Fasern des Ciliarmuskels zum Ansatz. Ich will ihn zum Unterschiede von dem bereits beschriebenen Grenzringe der Descemet'schen Haut als hinteren Grenzring bezeichnen.

Hebt man nun vom hinteren Grenzring beginnend mit einer feinen Pincette das elastische Plattenwerk von der äusseren Augenhaut ab, so bemerkt man auf der Innenfläche der Sclera dicht hinter dem Rande der Cornea eine Rinne, welche ganz der beim Schwein beschriebenen Scleralrinne entspricht (Fig. 8 A, a). Sie kommt auch beim Menschen constant vor, obgleich von wechselnder Tiefe, und bildet ihr Boden, um es gleich hier zu sagen, die Aussenwand des Schlemm'schen Kanals, während die Innenwand des letzteren durch die vorhin beschriebenen, die Rinne überbrückenden und zu einem Ringkanale schliessenden Theile formirt wird. Die Scleralrinne wird schon von Leber erwähnt. Sie ist von grösster Wichtigkeit für die Beurtheilung der Lage des Schlemm'schen Kanals und des Leber'schen Ciliarplexus. Ich citire daher die betreffende Stelle aus Leber's Abhandlung, da sie uns über die Lage des Ciliarplexus beim Menschen belehrt. Leber sagt[1]: »Löst man den Ciliarmuskel von hinten beginnend möglichst vollständig von der Sclera los, so zeigt sich an der inneren Fläche der letzteren gewöhnlich eine kreisförmige seichte Rinne, welche dem Ansatze des Muskels entspricht. Unmittelbar nach aussen von dieser Rinne, und zum Theil noch von dem so eben erwähnten elastischen Gewebe bedeckt, liegt nun der oben beschriebene Venenplexus.«

Was nun den Schlemm'schen Kanal selbst betrifft, so leugnete Leber die Existenz eines solchen als eines weiten klaffenden Ringsinus. Auf seine Injectionsresultate gestüzt, erklärte er ihn für ein Kunstprodukt; wo man einen solchen gefüllt habe, habe man es mit Extravasaten zu thun gehabt; es existirten in dieser Gegend nur mehrere kleine Querschnitte von Venen, durch welche der Ciliarplexus formirt werde. Dagegen constatirten Iwanoff und Rollet[2]) an Meridionalschnitten unzweifelhaft das von Leber bestrittene Lumen des Schlemm'schen Kanales. In einigen Fällen konnte man zwei solcher Lumina bemerken, in anderen trat statt

1) Anatomische Untersuchungen über die Blutgefässe des menschlichen Auges. Denkschriften der Wiener Acad. Math.-naturw. Kl. Bd. 24. 1865. p. 316.

2) l. c. p. 54 u. 55.

derselben nur ein grösseres auf. Sowohl von Henle[1]), als von Iwanoff und Rollett werden diese grossen Lücken als die Querschnitte einer oder zweier Venen gedeutet. Leber hält diesen Angaben gegenüber seine frühere Ansicht in einer neueren Mittheilung freilich in etwas modificirter Weise aufrecht. Er fasst seine jetzige Ansicht dahin zusammen[2]), »dass es sich auch beim Menschen um ein kreisförmiges Venengeflecht handelt, das nur die Eigenthümlichkeit besitzt, dass sehr häufig die Mehrzahl der dasselbe bildenden kleinen Gefässe zu einem einzigen oder mehreren grösseren zusammenschmelzen.«

Meine eigenen Beobachtungen schliessen sich eng an die von Iwanoff und Rollett an, wenn sie auch zu einer anderen Auffassung des Schlemm'schen Kanals geführt haben, worüber im nächsten Abschnitt Näheres. In Fig. 23 ist ein Theil eines Meridionalschnittes gezeichnet, in welchem der Schlemm'sche Kanal mit seiner Umgebung deutlich hervortritt. Man erkennt zunächst, dass beim Menschen ganz so, wie beim Schweine, die Scleralrinne auch an meridionalen Schnitten deutlich hervortritt. Während dieselbe nun aber beim Schweine von dem circulärfaserigen Gewebe bis auf einige unbedeutende Lücken vollkommen ausgefüllt wird, überbrücken die aus der Descemet'schen Haut hervorgegangenen und in den hinteren Grenzring sich fortsetzenden elastischen Platten die Scleralrinne und schliessen dieselbe dadurch zu einem Ringkanale, dem vielbesprochenen canalis Schlemmii. Derselbe hat auf dem Querschnitt gewöhnlich keine regelmässig runde oder ovale Gestalt, sondern ist vorn meist spitz ausgezogen, nach hinten dagegen abgerundet (Fig. 23). In diesen Fällen ist die Scleralrinne durch stärkere und steilere Erhebung ihrer hinteren Wand besonders tief, das Lumen des Kanals desshalb weit klaffend. Weiter nach vorn dagegen legt sich gewöhnlich das elastische Plattenwerk an die Scleralrinne an. Zuweilen (Fig. 24) ist der vordere Theil von dem hinteren durch eine schmale Substanzbrücke getrennt, so dass man dann die Querschnitte zweier Kanäle bemerkt, die sich aber schon nach einer kurzen Strecke wieder vereinigen. In anderen Fällen, bei schwach entwickelter Scleralrinne, ist das Lumen nur ein schmales

1) Gefässlehre p. 344.

2) Medicinisches Centralblatt 1869. p. 872. Anmerkung.

spaltförmiges, wie Fig. 25 zeigt, kurz, es kommen hier die mannigfaltigsten Verhältnisse vor. Stets aber liegt der ganze Kanal nach innen von der Scleralrinne. Nach aussen von ihm im festen Bindegewebe der Sclera sind mehrere kleine Venen-Querschnitte zu bemerken (Fig. 23 u. 24, v), die ohne Zweifel dem Leber'schen Ciliarplexus entsprechen, worauf schon die oben citirte Stelle der Leber'schen Abhandlung hinweist. Dass Leber an seinen Injectionspräparaten ausser dem Ciliarplexus nichts von einem Schlemm'schen Kanale bemerken konnte, scheint mir nicht mehr auffallend, seitdem ich selbst erfahren habe, wie leicht an getrockneten und wieder aufgeweichten Präparaten die Wandungen des Kanals aneinander kleben bleiben. Dies muss namentlich bei geringer Tiefe der Scleralrinne der Fall sein. Hatte nun Leber an einigen Präparaten eine Injection des von ihm sonst vermissten Kanales erzielt, so war es zu natürlich, dass er in diesem Falle an ein Extravasat dachte, obwohl die so regelmässige und leichte Ausbreitung immerhin auffallend bleiben musste. Am besten überzeugt man sich von der Existenz eines Schlemm'schen Kanals, wie ich ihn beschrieben habe, an Meridionalschnitten nicht injicirter Augen, die erst in Müller'scher Flüssigkeit und darauf in Alcohol absolutus gut erhärtet waren.

Nach diesen Auseinandersetzungen scheint mir auch die letzthin geäusserte oben citirte Meinung von Leber nicht mehr haltbar. Ciliarplexus und Schlemm'scher Kanal sind nicht identisch, so dass man bald mehr den einen, bald mehr den anderen ausgebildet findet, sondern zwei ganz verschiedene Dinge. Leber's Verdienst ist es, die Existenz eines Ciliarplexus nachgewiesen zu haben, der aber stets nach aussen vom Schlemm'schen Kanale liegt. Es sind nun auch die entsprechenden Theile bei den Säugethieren leicht festzustellen. Ich will hier nur die Augen des Schweines und Ochsen berücksichtigen, die sich in den wesentlichen Punkten gleich verhalten. Sowohl beim Schweine, als beim Menschen liegt der Ciliarplexus nach aussen von der Scleralrinne im compacten Gewebe der Sclerotica. Die Scleralrinne wird beim Schweine durch ein Gewebe ausgefüllt, welches ausser den zahlreichen feinen Spalten nur wenige grössere Lücken dicht an der Scleralrinne frei lässt. Diese entsprechen unzweifelhaft dem Schlemm'schen Kanale des Menschen, und nicht die nach aussen davon gelegenen Venen-Querschnitte. Der Schlemm'sche Kanal des Menschen ist nur eine grössere, je nach

der Tiefe der Scleralrinne mehr oder weniger weit klaffende Lücke in dem die Rinne ausfüllenden Gewebe.

Wie man sieht, komme ich in der Auffassung der beschriebenen Theile den Angaben van Reeken's am nächsten, dessen Arbeit mir leider nur in dem Referat in der Arbeit von F. E. Schulze über den Ciliarmuskel zugänglich war. Van Reeken beschreibt auch noch an der Aussenseite des Schlemm'schen Kanales Faserlagen, die von der Descemet'schen Membran abstammen. Auch ich habe vom Boden der Scleralrinne eine elastische Platte ablösen können, die sich jedoch vor den die Innenwand constituirenden durch die Enge ihrer Löcher auszeichnet. Fig. 29 stellt ein Stück einer solchen die Aussenwand des Schlemm'schen Kanales bildenden elastischen durchbrochenen Lamelle dar. Es fragt sich nur, ob dieselbe noch aus der Descemet'schen Haut abstammt oder aus einer der innersten Lamellen der Cornea hervorgeht. An Meridioalschnitten ist es schwer, darüber ins Klare zu kommen. Wenn ich dagegen in der schon öfter erwähnten Weise die ganze Innenwand des Schlemm'schen Kanales vom hinteren Grenzringe an bis zur Descemet'schen Membran abhob und nun ihre Aussenseite betrachtete, so konnte ich mich stets mit Sicherheit überzeugen, dass auch eine innerste dünne Lamelle der eigentlichen Cornea sich an der Bildung des elastischen Plattenwerks betheiligte. Ich erkannte nämlich stets nach aussen vom Grenzringe der Descemet'schen Haut eine zarte Gewebslamelle, die sich hier anschickte, in eine gefensterte Haut mit anfangs ovalen meridional gestellten, dann mehr gleichmässig kreisförmigen Löchern überzugehen. In einiger Entfernung nach hinten vom Grenzringe der Descemet'schen Haut hörte sie abgerissen auf und glich nun hier ganz der vom Boden der Scleralrinne isolirten durchbrochenen elastischen Platte, so dass ich nicht zweifele, dass beide continuirlich sind. Es würde somit die Innenwand des Schlemm'schen Kanales lediglich von der Fortsetzung der Descemet'schen Haut, die Aussenwand dagegen von dem das Cornealgewebe fortsetzenden festen Scleralgewebe gebildet, jedoch so, dass eine innerste Lamelle der Cornea sich zu einer die Scleralrinne auskleidenden elastischen Platte umformt.

Es erübrigt nun noch die Beschreibung der zelligen Elemente der besprochenen Theile. Was zunächst die Zellen des aus der Descemet'schen Haut hervorgehenden elastischen Plattenwerks betrifft, so stösst man bei der Untersuchung derselben auf ähnliche

Schwierigkeiten, wie beim Schwein: es fallen auch hier an Maccerationspräparaten die Zellen sehr leicht von den Platten und Balken ab. Die isolirten Zellen gleichen aber auch hier vollständig den Endothelzellen anderer Oertlichkeiten. Es sind sehr platte, zarte, oft glashelle Gebilde mit elliptischen Kernen, in deren Umgebung sich meist noch feinkörnige Substanz befindet. Die Kerne, welche Leber an Durchschnitten dieses Gewebes beschreibt und abbildet[1]), sind nichts Anderes, als die Kerne dieser Zellen. Schwieriger ist die Entscheidung der Frage, wie die erwähnten Endothelien sich zu den elastischen Platten verhalten. Meine Untersuchungen haben in dieser Beziehung noch zu keinem sicheren Ergebniss geführt; es ist mir aber wahrscheinlich geworden, dass die betreffenden Endothelien einen continuirlichen Ueberzug über alle von den elastischen Platten begrenzten Spalten und Hohlräume bilden, der sich einerseits nach innen in den Endothelüberzug der Balken des Fontana'schen Raumes, der Descemet'schen Haut und der Irisfortsätze, andererseits in den Schlemm'schen Kanal hinein fortsetzt.

Der letztere besitzt eine eigene endotheliale Auskleidung von eigenthümlicher Beschaffenheit. Um sich vom Vorhandensein derselben zu überzeugen, genügt es schon, die Innenwand des Schlemm'schen Kanals von Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit, mit ihrer Aussenseite nach oben gekehrt bei einer ungefähr 300maligen Vergrösserung zu betrachten. Die eingestellte Fläche zeigt dann bei oberflächlicher Betrachtung ein eigenthümlich reticulirtes Aussehen; zugleich überzeugt man sich von dem Vorhandensein elliptischer Kerne innerhalb der Ebene dieses Reticulums. Zerzupft man die betreffenden Theile, so gelingt es leicht, Stücke der reticulirten Membran isolirt zu erhalten, und erkennt man unter Anwendung stärkerer Vergrösserungen nun leicht, dass es sich hier lediglich um eine sehr zarte dünne Membran mit elliptischen Kernen und netzförmigen Verdickungen, um ein netzförmig verdicktes Endothel handelt (Fig. 30), das ganz dem gleicht, welches ich oben vom Hunde als Fortsetzung des Endothels der Descemet'schen Haut beschrieben habe. Es erinnert ferner einigermassen an die sogenannten Drüsenkörbe von Kölliker und Boll, die ja nach den neuesten Mittheilungen des letztgenannten Forschers[2]) nicht mehr

1) l. c. p. 317 u. Tafel IV, Fig 4.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Berlin 1869. p. 15,

als sternförmige anastomosirende platte Zellen, sondern als ein Endothel mit eigenthümlichen netzförmig verbundenen Verdickungen aufzufassen sind. Das Endothel des Schlemm'schen Kanales zeigt offenbar einen ganz analogen Bau, nur sind die Verdickungen viel zarter und ferner nicht so ausschliesslich auf die Umgebungen der Kerne beschränkt, wie in der Membrana propria der Drüsen. Beim Schwein habe ich durch Zerzupfen des den äussersten Theil der Scleralrinne ausfüllenden Gewebes an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit zarte Häutchen isolirt, die ebenfalls netzförmige Verdickungen, aber nur selten Kerne erkennen liessen (Fig. 31). Letzteres kann uns nicht mehr auffallen, nachdem wir erfahren haben, dass auch das Endothel der Descemet'schen Haut des genannten Thieres meist vollständig kernlos erscheint.

---

3) Ueber die Art des Zusammenhangs der vorderen Augenkammer mit den vorderen Ciliarvenen.

Wir haben im vorigen Abschnitte die im Winkel der vorderen Augenkammer gelegenen Theile einer genauen Untersuchung unterworfen und sind nun in der Lage, die Injectionsmasse aus der vorderen Augenkammer durch die beschriebenen Theile hindurch in die Venen verfolgen zu können. Wir wenden uns zu diesem Zweck an Meridionalschnitte durch den vorderen Abschnitt von Augen, deren vordere Ciliarvenen durch Injection in die vordere Augenkammer gefüllt sind. Diese Präparate wurden so hergestellt, dass die vordere Hälfte der zu untersuchenden Augen zunächst 24 Stunden in Alkohol gelegt und darauf getrocknet wurde; von einer solchen getrockneten Augenhälfte wurden dann meridionale Schnitte angefertigt. Ich habe mich bei dieser Untersuchung auf die Augen des Menschen und des Schweines beschränkt.

Betrachten wir zunächst einen derartigen Meridionalschnitt von einem menschlichen Auge, wie ihn Fig. 1 darstellt. Man erkennt an demselben zunächst im Winkel der vorderen Augenkammer bei f einen Streifen blauer Masse, welcher von der Gegend der Descemet'schen Haut bei d bis zum Ciliarrande der Iris verläuft. Dicht am Ciliarrande der Iris entsendet er einen anderen Streifen blauer Masse in das Gewebe des Ciliarkörpers selbst hinein; derselbe liegt zwischen den meridionalen und circulären Fasern des Ciliarmuskels, hört jedoch schon unweit der vorderen Augenkammer auf. Ich

werde auf ihn unten zurückzukommen haben. Der mit f bezeichnete injicirte Gewebsstreifen entspricht nun dem vom Balkennetze durchzogenen, beim Menschen schwach entwickelten Fontana'schen Raume. Dies geht leicht aus der Vergleichung dieser Meridionalschnitte mit nicht injicirten hervor. Lediglich durch die Präparationsweise ist es bedingt, dass das injicirte Lückensystem des Fontana'schen Raumes einen so kleinen Raum einnimmt, wie in unserer Figur. Aus dem im vorigen Abschnitte Gesagten ist es nun leicht ersichtlich, wie es komme, dass sich diese Lücken bei Injectionen in die vordere Augenkammer füllen. Wir sehen ja, dass dieses Lückensystem in directem Zusammenhange mit der vorderen Augenkammer steht, dass das Endothel derselben sich auf die den Fontana'schen Raum begrenzenden und durchziehenden Theile fortsetzt.

An demselben Präparate bemerkt man ferner eine Füllung des Schlemm'schen Kanales (c. S.). Derselbe hängt durch einen in seiner vorderen Verlängerung verlaufenden Streifen blauer Masse mit der vorderen Augenkammer zusammen. Wie man nun namentlich auch an Flächenansichten der Innenwand des injicirten Schlemm'schen Kanales erkennt, entspricht die Stelle, wo die im Innern des Kanals befindliche Injectionsmasse mit der vorderen Augenkammer in Verbindung tritt, dem vorderen Theile des gitterförmig in äquatorialer Richtung durchbrochenen elastischen Plattenwerks, das wir oben als Fortsetzung der Descemet'schen Membran kennen gelernt haben. Gerade im vorderen, dicht hinter dem Grenzringe der Descemet'schen Membran liegenden Theile dieses eigenthümlichen Gewebes sind die einzelnen Platten lockerer verbunden und mit reichlichen quergestellten Löchern versehen. Es unterliegt nun keinem Zweifel, dass durch diese Löcher und die Spalten zwischen den einzelnen Platten hindurch der Zusammenhang zwischen dem Schlemm'schen Kanale und den vordersten Lücken des hinter dem Grenzringe beginnenden Fontana'schen Raumes Statt finden muss. In dem oben gegebenen anatomischen Befunde liegt kein Hinderniss für diese Annahme; die so leicht zu erzielenden Injectionsresultate zwingen vollends mit Nothwendigkeit dazu. Es steht also die vordere Augenkammer durch ein feines Lücken- und Spaltensystem mit dem Schlemm'schen Kanale, der ja, wie wir oben sahen, als eine grössere derartige Lücke angesehen werden kann, in Verbindung.

An demselben Präparate sieht man endlich innerhalb der Sclera einige mit blauer Masse gefüllte Gefässquerschnitte (v. v.);

andere, durch ihre dickeren Wände leicht als die kleiner Arterien erkennbare (a. a.) sind nicht injicirt. Während im vorliegenden Präparate der am weitesten nach innen gelegene injicirte Gefässdurchschnitt durch einen beträchtlichen Zwischenraum vom Schlemm'schen Kanale getrennt ist, sieht man an anderen Präparaten dicht vom hinteren Ende des genannten Kanals aus einen injicirten Gefässstamm schräg nach aussen und hinten ziehen. Dies ist jedoch begreiflicher Weise stets nur an wenigen Meridionalschnitten eines Auges der Fall, während an den meisten keine Verbindungsäste durch den Schnitt getroffen sind, sondern erst in einer Entfernung vom Schlemm'schen Kanale, wie sie in unserer Fig. 1 gezeichnet ist, Gefässdurchschnitte erkannt werden. Genaueres über die Lage der injicirten Gefässe lässt sich nicht aussagen, da dieselbe in der Regel eine sehr wechselnde ist. Die vom Schlemm'schen Kanale direkt abtretenden und oben als Verbindungsäste bezeichneten Gefässe verlaufen dagegen fast ausnahmslos in der Richtung nach aussen und hinten. Schliesslich muss ich noch bemerken, dass ich an der Aussenseite des Schlemm'schen Kanals an den eben beschriebenen Präparaten keine injicirten Gefäss-Querschnitte, die etwa dem Leber'schen Ciliarplexus entsprächen, wahrnehmen konnte.

Ich wende mich nun zur Beschreibung auf ähnliche Weise hergestellter, entsprechender Meridionalschnitte vom Auge des Schweins (vergl. Fig. 2). Es ist hier ohne Mühe zu erkennen, dass sich das ganze Lückensystem des Fontana'schen Raumes (f), sowohl das zwischen den gröberen Balken befindliche, als das feinere zwischen den die Scleralrinne ausfüllenden äquatorialen Bälkchen übrig bleibende mit blauer Masse gefüllt hat. In dem die Scleralrinne ausfüllenden Gewebe erscheint dann auf Meridionalschnitten ein dichtes feines blaues Netzwerk, in dessen Maschenräumen sich die Querschnitte der Balken befinden. Flächenansichten gewähren dagegen ein ganz anderes Bild, indem an solchen die blaue Masse sich parallel dem Cornealrande streifenförmig zwischen dem Gewebe vertheilt zeigt, sämmtliche äquatorial verlaufende Lücken in demselben ausfüllend, so dass an dickeren Stücken das ganze Gewebe blau gefärbt erscheint. Wie die Masse aus der vorderen Augenkammer in dies feine Lückensystem gelangt, ist nicht schwer zu erklären. Wie aus dem im vorigen Abschnitt Gesagten hervorgeht, besteht eine offene Communication zwischen der vorderen Augenkammer und dem Lückensystem des Fontana'schen Raumes. Die

Injectionsmasse gelangt also zwischen den Irisfortsätzen hindurch zuerst in die Lücken zwischen den gröberen Balken und von da aus in die feinen Spalten des die Scleralrinne ausfüllenden Gewebes bis dicht an das compacte Gewebe der Sclera heran. Andererseits dringt sie aber auch, wie Fig. 2 zeigt, vom hinteren Ende des Fontana'schen Raumes aus weit in den Ciliarkörper vor (b, b), sich dabei stets zwischen dem Ciliarmuskel (m. c.) und der pars ciliaris retinae haltend. Diese injicirte Partie entspricht der oben vom menschlichen Auge beschriebenen und auf der bezüglichen Figur ebenfalls mit b bezeichneten; auf beide werde ich unten zurückkommen. Ausserdem sieht man nun an solchen Meridionalschnitten unregelmässig vertheilte injicirte Gefässdurchschnitte im Gewebe der Sclera, darunter häufig einen, der von der tiefsten Stelle der Scleralrinne nach aussen und hinten durch die Sclera zieht (in vorliegender Figur allein abgebildet und mit v, v bezeichnet). Gewöhnlich verlaufen diese Gefässe nicht so steil durch die Sclera hindurch, sondern sind mehr nach hinten gerichtet. Abgesehen von diesen Gefässstämmchen, die auch hier meist nur an wenigen Meridionalschnitten eines Auges zur Beobachtung kommen, ist die Vertheilung der Gefässdurchschnitte in der Substanz der Sclerotica eine sehr wechselnde. Auch beim Schwein gelang es mir nicht, von der vorderen Augenkammer aus Venenstämmchen zu injiciren, die dem Ciliarplexus von Leber angehört hätten.

Wir haben nun den Weg kennen gelernt, den die Injectionsmasse von der vorderen Augenkammer in die Venen einschlägt und gesehen, dass in dieser Beziehung die Augen des Menschen und Schweines sich sehr ähnlich verhalten. Es entsteht nun die Frage: Wie weit haben wir es noch mit Lymphbahnen zu thun? Wo beginnen die Blutbahnen? Da an Augen, die von der vorderen Augenkammer aus injicirt sind, die Abflusswege der letzteren in ihrer ganzen Ausdehnung mit derselben gefärbten Masse gefüllt sind, müssen wir uns nach anderen Methoden umsehen, um diese Frage zu entscheiden. Ich habe deshalb an anderen Augen, sowohl des Schweines, als des Menschen Blutgefäss-Injectionen angestellt und Meridionalschnitte durch diese Augen mit den entsprechenden von der vorderen Augenkammer aus injicirten verglichen. Wenn man diese Injectionen so vorgenommen hatte, dass die durch eine Arterie eingespritzte Injectionsmasse nur aus den vorderen Ciliarvenen wieder ausfliessen konnte, was man durch Unterbindung der Venae vorti-

cosae erzielte, so erhielt man eine vollständige Injection der in der Sclera befindlichen Blutgefässe. Da der Injectionsmasse noch ein freier Abfluss gestattet war, so brauchte man nicht zu fürchten, es möchten in Folge eines zu hohen Druckes in den Gefässen, wie dies nothwendig bei Abschluss auch der vorderen Ciliarvenen eintreten muss, sich Theile füllen, die im normalen Zustande nicht von Blut durchströmt werden. Man konnte deshalb wohl ohne Fehler annehmen, dass Alles das, was sich an diesen Präparaten injicirt zeigte, Blutgefässe und nicht Lymphgefässe seien. Es ergab sich dann in den betreffenden Präparaten eine Gefässfüllung in der Sclera, die im Wesentlichen der durch Injectionen in die vordere Augenkammer erzielten Gefässfüllung glich. Injicirte Gefässe waren bis dicht an die Scleralrinne heran zu bemerken; nach innen von dieser war weder in den Schlemm'schen Kanal und Fontana'schen Raum beim Menschen, noch in die entsprechenden Theile beim Schwein Injectionsmasse gedrungen, obwohl sich die Blutgefässe der Iris und Ciliarfortsätze gut gefüllt zeigten. Dagegen war, abweichend von dem Befunde an Augen, die von der vorderen Augenkammer aus injicirt waren, der Ciliarplexus Leber's mehr oder weniger vollständig gefüllt und zwar sowohl an menschlichen, als an Schweins-Augen. Es erlauben diese Injectionsresultate wohl den Schluss, dass alle injicirten Gefässe in der Sclera, mag man nun von den Blutgefässen oder von der vorderen Augenkammer aus injiciren, Blutgefässe sind, und zwar im letzteren Falle ausschliesslich Venen. Dasselbe lehren auch doppelte Injectionen der Blut- und Lymphbahnen, die in der im ersten Abschnitt beschriebenen Weise angestellt wurden. Nach aussen von der Scleralrinne enthielten die injicirten Gefässe meist schon keine reine Farbe mehr, sondern ein Gemisch beider Injectionsmassen.

Wenn der so eben beschriebene Injectionsbefund die während des Lebens im normalen Zustande vorhandenen Blutfüllungsverhältnisse repräsentirt, so erlaubt er uns ferner den Schluss, dass die nach innen von der Scleralrinne gelegenen Theile, also canalis Schlemmii und die analogen Theile des Schweins, sowie der Fontana'sche Raum nicht mehr mit Blut, sondern mit der Lymphe der vorderen Augenkammer erfüllt sind. Dies folgt beim Schweine schon aus dem oben genauer dargelegten anatomischen Befunde. Ein Streit könnte nur darüber entstehen, ob der Schlemm'sche Kanal ebenfalls zum Lymphgefässsysteme gehöre, oder unter normalen

Strömungsverhältnissen im Auge mit Blut gefüllt sei. Die letztere Ansicht ist jetzt die herrschende und haben sich ihr alle neueren Forscher unbedenklich angeschlossen mit Ausnahme von Pelechin, der zu der uns wenig befriedigenden Ansicht gelangte, dass der Schlemm'sche Kanal, den er consequent mit dem sogenannten Fontana'schen Kanale verwechselte, weder ein Lymphraum, noch ein Blutsinus sei. Zu Gunsten der Blutgefäss-Natur des canalis Schlemmii findet man in der Literatur allgemein die Thatsache angeführt, dass man bei Erhängten häufig Blut darin gefunden habe. Iwanoff und Rollett fügen noch hinzu[1], dass sie ihn »nicht bloss bei Erhängten, sondern auch bei an Krankheiten aller Art verstorbenen Individuen an seiner Bluterfüllung im frisch geöffneten Auge« erkannt haben. Auf diese Angaben allein basirt die Annahme, dass der Schlemm'sche Kanal ein Venensinus sei. Sie sind aber meiner Ansicht nach nicht beweisend, da in den citirten Fällen die Blutfüllung wohl darauf zurückzuführen ist, dass der Blutdruck über die Norm erhöht und nun das Blut in Bahnen hineingetrieben wurde, die es bei normalen Strömungsverhältnissen nicht einschlägt. So haben wir es bei Erhängten offenbar mit einer Stauung im venösen Gebiete des Kopfes zu thun, welche bei der vorhandenen offenen Communication die Anfüllung des Schlemm'schen Kanales mit Blut wohl erklärt. Leider erwähnen Iwanoff und Rollett nicht näher, welcher Art die Krankheiten waren, bei welchen sie Blut im Schlemm'schen Kanale beobachteten. Ich zweifele nicht, dass auch in diesem Falle die Füllung in einer der eben erwähnten ähnlichen Weise zu Stande kommt. In den menschlichen Augen, die ich untersuchen konnte, habe ich nie Blut im canalis Schlemmii gefunden. Es spricht ferner gegen die Auffassung des Schlemm'schen Kanales als eines Blutleiters der Umstand, dass die entsprechenden Theile beim Schwein zweifellos zum Lymphstromgebiet gehören; ferner ist der im vorigen Abschnitt beschriebene Bau der Wandungen dieses Kanals durchaus nicht günstig für die Auffassung desselben als Blutgefäss. Nach Allem glaube ich also zu der Behauptung vollständig berechtigt zu sein, dass der canalis Schlemmii kein Blutgefäss, sondern ein Lymphbehälter ist, der jedoch auf eine noch näher zu untersuchende Weise mit den aus dem Ciliarplexus selbst hervorgehenden Venen, nicht mit dem Ciliar-

1) l. c. p. 55.

plexus selbst, in offener Communication steht, und zwar der Art, dass bei Druckerhöhung im Gebiete der Venen leicht ein Blutübertritt in den Kanal Statt findet. Unter normalen Druckverhältnissen in den Blutgefässen des Auges enthält er Lymphe.

Es bleibt nun nur noch übrig, die schwierige Frage zu entscheiden, als was wir die Gefässe anzusehen haben, welche den Schlemm'schen Kanal und die entsprechenden Lücken beim Schweine mit den Venen verbinden. Wie wir oben an Meridionalschnitten erkannten, sind dieselben nicht sehr zahlreich und verbinden sich nicht mit dem Ciliarplexus, sondern mit den von diesem abtretenden Venen. Die Frage nach der Natur dieser oben als Verbindungsäste bezeichneten Gefässe hängt eng mit der Frage zusammen, ob wir an der Grenze zwischen Lymph- und Blutbahnen hier Klappen anzunehmen haben, welche eine Rückströmung aus den Venen in die Lymphbahnen verhindern oder nicht. Im Falle des Vorhandenseins von Klappen könnten dieselben entweder dicht am Schlemm'schen Kanale sich vorfinden und hätten wir dann die Verbindungsäste als Venen zu betrachten, oder es könnten die Klappen an der Einmündungsstelle der Verbindungsäste in die Venen existiren, so dass die Verbindungsäste zum Lymphstromgebiet gehören würden. Würden dagegen die Klappen gänzlich fehlen, so hätten wir die Verbindungsäste gewissermassen als indifferente Gefässbahnen anzusehen, die je nach dem Ueberwiegen des Druckes in den Venen oder in der vorderen Augenkammer Blut oder Lymphe führen würden. Wir hätten es dann mit ähnlichen Gefässen zu thun, wie sie Böhm von der Dura mater beschreibt [1]), die nach diesem Forscher einerseits mit dem Arachnoidalraume, einem Lymphraume, in offener Communication stehen, andererseits mit den Venen, und sich bei abnormen Blutstauungen von letzteren aus mit Blut füllen.

Es ist mir nun nicht gelungen, auf dem Wege der histologischen Untersuchungsmethoden zu einer Entscheidung der Frage nach der Existenz oder Nicht-Existenz von Klappen zu gelangen. Ich kann deshalb nur Vermuthungen aussprechen, die sich auf einige Injectionsversuche stützen. Nach diesen ist mir die Existenz von Klappen unwahrscheinlich geworden. Gegen die Annahme von Klappen sprechen schon die oben citirten, von anderen Forschern

---

1) Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugethiere. Virchow's Archiv. Bd. 47. 1869.

für die Blutgefäss-Natur des Schlemm'schen Kanals verwertheten Fälle von Blutfüllung dieses Kanals. Wir ersehen daraus, dass schon eine mässige Erhöhung des Blutdrucks genügt, um den Kanal mit Blut zu füllen. Im Falle des Vorhandenseins von Klappen würde daraus also hervorgehen, dass deren Widerstand sehr leicht zu überwinden ist, wodurch sie dann ziemlich zwecklos würden. Dasselbe lehren einige Injectionsversuche, die ich an den Augen des Schweines angestellt habe und die es sich zur Aufgabe machten, eine Störung der Druckverhältnisse zwischen Venen und vorderer Augenkammer entweder dadurch hervorzurufen, dass ich den Druck in den ersteren erhöhte oder dadurch, dass ich den Druck in letzterer herabsetzte. Eine Druckerhöhung im Gebiete der vorderen Ciliarvenen exstirpirter Schweinsaugen erreichte ich leicht dadurch, dass ich sämmtliche aus dem Bulbus austretende Venenstämmchen unterband und nun durch eine Arteria ciliaris longa die Injectionsmasse in die Blutbahnen des Auges hineintrieb. Ich beobachtete dann in einzelnen Fällen auch an ganz frischen Augen einen Uebertritt der Injectionsmasse in die vordere Augenkammer. Hinreichend frische menschliche Augen standen mir leider nicht in genügender Zahl zu Gebote, um den beschriebenen Versuch auch hier wiederholen zu können. Doch geht schon aus den Injectionsresultaten von Leber hervor, dass die Sache sich hier ähnlich verhält. Leber erhielt ja bei seinen Injectionen, die er ebenfalls nach Unterbindung sämmtlicher Gefässe anstellte, sehr oft eine Füllung des Schlemm'schen Kanales, die von ihm als ein Extravasat gedeutet und mit der Füllung des canalis Schlemmii, wie man sie bei Erhängten findet, verglichen wurde [1]).

Eine Herabsetzung des Druckes in der vorderen Augenkammer während der Injection in die Blutgefässe erzielte ich einfach dadurch, dass ich durch Punction zuvor den Humor aquens ganz oder theilweise entleerte. Wenn man darauf von den Arterien aus die Blutgefässe des Auges injicirt, so dringt sehr leicht die Injectionsmasse in die vordere Augenkammer, wenn auch der Abfluss der Injectionsmasse aus den Venen ungehindert von Statten gehen kann. Dies konnte man nicht sowohl an exstirpirten Schweinsaugen bei Injection einer Arteria ciliaris longa, als auch bei den Augen von Kaninchen und Hunden beobachten, die, noch in der Orbita ruhend, nach Punction der vorderen Augenkammer von einer Carotis aus injicirt wurden.

1) l. c. p. 316.

Wie nun aus den angeführten Versuchen hervorgeht, findet schon bei geringem Ueberwiegen des Druckes in den Venen über den in der vorderen Augenkammer herrschenden ein Uebertritt von Blut oder Injectionsmasse in den Schlemm'schen Kanal, resp. in die vordere Augenkammer selbst Statt. Wenn also eine Klappenvorrichtung existirt, welche den Uebertritt von Blut in die genannten Theile verhindert, so ist sie der Art, dass sie einem höheren Drucke nachgiebt, dass sie bei einem solchen insufficient wird. Eine solche Vorrichtung hätte aber wenig Sinn und scheint mir es deshalb natürlicher, eine offene klappenfreie Communication anzunehmen, da diese Annahme alle bekannten Thatsachen vollkommen erklärt. Während bei normalen Circulations- und Druckverhältnissen im Augapfel das Blut vom Ciliarplexus in die vorderen Ciliarvenen gelangt, ohne durch die Verbindungsäste in den Schlemm'schen Kanal überzutreten, wird bei Ueberwiegen des Druckes in den Venen eine Füllung des Schlemm'schen Kanales von den Verbindungsästen aus leicht erfolgen können. Dass im ersteren Falle kein Blut in den Schlemm'schen Kanal übertritt, erklärt sich einfach aus der Annahme, dass unter normalen Verhältnissen der Druck in der vorderen Augenkammer etwas grösser ist, als in den vorderen Ciliarvenen, zu welcher Annahme wir sehr wohl berechtigt sind. Weitere Untersuchungen müssen es sich zur Aufgabe machen, die Bedingungen, unter welchen eine Füllung des Schlemm'schen Kanales, resp. der vorderen Augenkammer, von den Blutbahnen aus eintritt, genauer festzustellen, als ich es in dieser Arbeit durchführen konnte, und zwar durch Versuchsreihen, bei denen einmal der Druck in den Venen während der Injection, sei es durch Abbinden der austretenden Stämmchen, sei es durch verschiedengradige Entleerung der vorderen Augenkammer auf die mannigfaltigste Weise variirt wird, andererseits die Injectionen von den verschiedensten in das Auge eintretenden oder dasselbe verlassenden Gefässstämmen aus vorgenommen werden. Es werden sich dabei gewiss noch manche interessante Resultate ergeben. Vor allen Dingen wird eine Beobachtung von F. Arnold zu prüfen sein, die ich bei der geringen Zahl menschlicher Augen, welche mir zu Gebote standen, nicht selbst controliren konnte. Arnold sagt nämlich [1]), dass es ihm zwar

1) Anatomische und physiologische Untersuchungen über das Auge des Menschen. 1832. p. 11.

durch Einspritzen der Arterien des Auges öfters gelungen sei, den Schlemm'schen Kanal zu füllen, nie aber durch Injectionen der Venen, und sucht den Grund zu diesem Misslingen im Vorhandensein von Klappen. Diese Angabe von Arnold würde allerdings sehr für die Existenz solcher Klappen sprechen und verdient daher wohl eine weitere Prüfung.

Werfen wir nun noch einmal, nachdem wir die Art und Weise der Communication der vorderen Augenkammer mit den Venen besprochen haben, einen Rückblick auf die Erscheinungen, welche wir im ersten Abschnitt bei den Injectionen der vorderen Augenkammer kennen gelernt haben, so können wir nun auch die Thatsache, dass meist eine geraume Zeit vom Beginn der Injection bis zur Füllung der Venen vergeht, genügend erklären. Es wurde im ersten Abschnitte hervorgehoben, dass ein Theil dieser Zeit auf Rechnung der vollständigen Anfüllung der vorderen Augenkammer mit der Injectionsmasse komme. Die anatomischen Verhältnisse, welche wir kennen gelernt haben, machen es uns nun leicht begreiflich, dass auch nach der vollständigen Füllung der vorderen Augenkammer die Venen-Injection nicht gleich eintritt. Es gelangt die Injectionsmasse im Winkel der vorderen Augenkammer ziemlich plötzlich aus einem weiten Raume in ein feines Lückensystem, das dem Strome der Injectionsmasse die mannigfaltigsten Hindernisse bietet und den von ihr zurückzulegenden Weg zu einem bedeutend complicirteren macht. Ich glaube, dass sich daraus genügend erklärt, weshalb bei Injectionen unter geringem Druck oft bis zu einer Minute Zeit vergeht, ehe Venenfüllung eintritt.

Bei der Beschreibung der Meridionalschnitte von Augen, deren vordere Ciliarvenen von der vorderen Augenkammer aus gefüllt waren, habe ich noch eines Befundes gedacht, der sowohl beim Menschen, als beim Schweine sich ergab. Bei beiden drang die Injectionsmasse in einer Ausdehnung, wie sie Fig. 1 b und Fig. 2 b wiedergibt, in das Gewebe des Ciliarkörpers hinein. Beim Schweine war der im Ciliarkörper befindliche und mit der blauen Masse erfüllte Raum ein beträchtlicher und liess sich nach hinten bis in die Gegend der Ora serrata verfolgen. Sein Lageverhältniss zum Perichorioidalraum und der Ora serrata ist in Fig. 3 wiedergegeben. Man erkennt daraus, dass er mit dem Perichorioidalraum in keinem Zusammenhange steht. Wie man aus Fig. 2 ersieht, befindet sich

dieser injicirte Streifen stets nach innen vom Ciliarmuskel in der Verlängerung der hinteren Spitze des Fontana'schen Raumes. Die Injectionsmasse erscheint hier streifenförmig angeordnet, doch so, dass die einzelnen Streifen parallel dicht aneinander liegen und so einen dickeren blauen Streifen formiren. An Schnitten, die in äquatorialer Richtung durch diese Gegend geführt werden, erkennt man zuweilen, dass unter einem jeden Ciliarfortsatz die blaue Masse um ein Geringes breiter wird, indem sie in die Basis jedes Fortsatzes ein wenig hineinragt. Sie endigt hier aber nie mit einer scharfen Linie, sondern mit feinen Spitzen und Zacken. Beim Menschen dringt die Injectionsmasse gewöhnlich nur eine kurze Strecke weit zwischen meridionalen und circulären Fasern des Ciliarmuskels vor. In einigen Fällen konnte ich jedoch ansehnliche Streifen von Injectionsmasse bis weit in die Ciliarfortsätze hinein verfolgen.

Was die Art der Vertheilung der Injectionsmasse in den eben beschriebenen injicirten Räumen betrifft, so liegt sie in einem feinen Lücken- oder Spaltensystem, das die Fortsetzung des Lückensystems des Fontana'schen Raumes bildet und sich innerhalb eines lockeren Bindegewebes befindet. Nach der inneren Oberfläche der Ciliarfortsätze zu nimmt dies schwammartige Gewebe überall allmählig eine dichtere Beschaffenheit an. Die feinen blauen Spitzen und Zacken, welche wir beim Schwein in das Gewebe der eigentlichen Ciliarfortsätze hineinragen sehen, sind wahrscheinlich als die Anfänge eines feinen Kanälchensystems zu deuten, das die Ciliarfortsätze durchzieht und mit Lymphe gefüllt ist. Jedenfalls haben wir in den injicirten Partien b, b ein feines Cavernen-System vor uns, das sich aus dem benachbarten Gewebe der Ciliarfortsätze mit Lymphe füllt und diese der vorderen Augenkammer zuführt. Wenn es sich herausstellen sollte, dass in dieses System weiter vorn auch noch die Iris-Lymphe entweder ganz oder zum grössten Theil sich ergiesst, was ich für höchst wahrscheinlich halte, so hätten wir es hier mit den Hauptzuflusswegen der Lymphe der vorderen Augenkammer zu thun.

II. Der Canalis Petiti und seine Begrenzungen [1]).

Bei den Einstich-Injectionen in die vordere Augenkammer erhielt ich ausser der im vorigen Kapitel näher besprochenen Injection der vorderen Ciliarvenen in den meisten Fällen eine schöne Füllung des Petit'schen Kanales. Dieses auffallende Resultat forderte mich auf, den genannten Kanal und seine Wandungen, namentlich die Zonula ciliaris, einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate ich in den folgenden Zeilen mittheile. Ich habe mich dabei auf die Augen des Menschen und nur weniger Säugethiere beschränken müssen, um mich nicht gleich von vornherein zu sehr in Einzelheiten zu verlieren. Da aber die menschlichen Augen, welche mir zu Gebote standen, meist nicht frisch genug waren, um den zarten Bau der Zonula genügend erforschen zu können, so habe ich mich vorzugsweise an das Auge des Schweines gehalten. Die im Folgenden gemachten Angaben sind deshalb, wofern nicht das Gegentheil bemerkt ist, auf die Verhältnisse beim Schweine zu beziehen. Eine erschöpfende Darstellung des Baues der Zonula zu liefern, lag nicht im Plane meiner Arbeit, da die Untersuchung derselben überhaupt nur unternommen wurde, um die Injectionsresultate zu controliren.

Ehe ich nun zur Mittheilung eigener Beobachtungen übergehe, wird es zweckmässig sein, die Ansichten der früheren Forscher über diesen Gegenstand übersichtlich zusammen zu stellen. Es werden sich daraus leicht die Fragen ergeben, die bei einer neuen Untersuchung zunächst berücksichtigt werden mussten.

Nach der jetzt herrschenden Ansicht ist der canalis Petiti ein allseitig geschlossener Kanal, der ringförmig den Linsenrand umgibt, nach vorn durch die Zonula, nach hinten von dem die Fossa patellaris auskleidenden Blatte der Hyaloidea, nach innen von der Linsenkapsel begrenzt wird. Sehen wir vorläufig von den Begrenzungen des Kanales ab, so ergeben sich schon in Betreff der Frage nach der Ausdehnung und dem Inhalte desselben im normalen Zustande Meinungsverschiedenheiten. So ist nach Henke [2]) der Kanal im natürlichen Zustande nur eine capillare Spalte, deren Wände ein-

1) Die Beobachtungen, welche ich in diesem Kapitel mittheile, sind bereits lateinisch in meiner Habilitationsschrift: »De canali Petiti et de zonula ciliari«, Halle 1870, publicirt.

2) Der Mechanismus der Accommodation für Nähe und Ferne. Archiv f. Ophthalmologie. Bd. 6, 2. 1860.

ander berühren, wie die Wände eines serösen Sackes. Henle[1]) ist geneigt, sich dieser Ansicht anzuschliessen. Andere Forscher dagegen vertreten die Ansicht, dass der Kanal im Leben mit einer dem Humor aqueus ähnlichen Flüssigkeit gefüllt sei, wie z. B. Hueck[2]), der als Beweis dafür die Thatsache anführt, dass man an gefrorenen Augen in den Ausbuchtungen, welche der Kanal zwischen die Zonulafalten entsendet, Eisstückchen bemerke. Ueber die Ausdehnung des Kanales nach der ora serrata, der Ursprungsstelle der Zonula zu, finden sich bei den verschiedenen Forschern meist keine bestimmten Angaben. Die meisten scheinen ihn in dieser Richtung bis zum Ursprunge der processus ciliares sich ausdehnen zu lassen. So erstreckt er sich z. B. auf der Durchschnittszeichnung des menschlichen Auges bei E. Brücke bis in die Nähe der ora serrata. Anders lauten dagegen die Angaben von Hannover[3]). Nach diesem Forscher spaltet sich die membrana hyaloidea zunächst an der ora serrata in 2 Blätter; ungefähr auf der Höhe der processus ciliares spaltet sich darauf das vordere dieser Blätter nochmals in zwei, deren vorderes als Zonula ciliaris die vordere, deren hinteres die hintere Wand des canalis Petiti darstellt. Letzterer erscheint desshalb hier als schmaler auf dem Durchschnitte rhomboidaler Kanal; hinter ihm befindet sich nach Hannover aber noch ein zweiter spaltförmiger Ringkanal, begrenzt durch die beiden aus der Spaltung der Hyaloidea an der ora serrata hervorgegangenen Blätter. Dieser Kanal ist in der Folge zum Unterschiede vom Petit'schen als Hannover'scher Kanal bezeichnet worden, hat aber nur wenig Anhänger gefunden (Finkbeiner[4]). O. Weber[5])). Die meisten Forscher sprachen sich gegen die Existenz eines solchen Kanales aus.

Während alle bisher genannten Auctoren den Petit'schen Kanal für geschlossen halten, finden sich bei einigen älteren Anatomen, Jacobson und delle Chiaje[6]), ganz positive Angaben, dass der-

1) Eingeweidelehre p. 673.

2) l. c. p. 74 und 75.

3) Das Auge. Leipzig 1852. II. Entdeckung des Baues des Glaskörpers. p. 34 ff. Vergl. auch Taf. I. Fig. 6.

4) Vergleichende Untersuchung der Structur des Glaskörpers bei den Wirbelthieren. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 6. 1855.

5) Ueber den Bau des Glaskörpers und die pathologischen, namentlich entzündlichen Veränderungen desselben. Virchow's Archiv. Bd. 19. 1860.

6) Leider standen mir die bezüglichen Schriften dieser Forscher nicht zu Gebote und entnehme ich diese Angaben einem Citat bei Henle l. c. p. 673.

selbe durch eine regelmässige Reihe feiner Lücken mit der hinteren Augenkammer communicire. Diese Angaben sind, wie so manche früherer Forscher, in Vergessenheit gerathen. Es gedenken ihrer E. Brücke[1]), Hannover[2]) und Henle[3]); alle drei sind aber geneigt, die Lücken für Kunstprodukte zu erklären, entstanden, sei es durch unvorsichtiges Aufblasen des Kanales (Brücke), sei es durch postmortale Lösung der die Zonulafasern verbindenden Kittsubstanz (Henle).

Differiren schon über den Petit'schen Kanal selbst, seine Ausdehnung und Communicationsöffnungen die Ansichten der Auctoren, so gehen die Meinungen derselben noch mehr auseinander in Betreff der Anatomie der Begrenzungen desselben. Die Zonula ciliaris ist es namentlich, über deren Zusammensetzung und Zusammenhang mit den benachbarten Gebilden man sich bisher noch wenig geeinigt hat. Nur in einem Punkte stimmen, wenn wir von den eigenthümlichen Angaben Hannover's absehen, hier alle Beobachter überein, dass nämlich vordere und hintere Wand des canalis Petiti durch Spaltung der membrana hyaloidea in zwei Blätter entstehen, deren vorderes dann als Zonula bezeichnet wird. Dagegen finden wir über das Verhältniss der faserigen Zonula zu der pars ciliaris Retinae die verschiedensten Angaben in der Litteratur. Die verbreitetste Ansicht ist die von E. Brücke[4]) und H. Müller[5]) vertretene, der zu Folge Limitans und Hyaloidea im ganzen hinteren Umfange des Auges leicht trennbare Membranen sind; erst in der Gegend der ora serrata verwachsen beide fest mit einander, so dass man bei Isolation der Zonula stets Reste der Limitans auf derselben zurückbehält. An der Spitze der processus ciliares hört diese Verwachsung auf, indem nun die Zonula zur vorderen Linsenkapsel hinüberzieht, während eine zarte glashelle Haut als Fortsetzung der Limitans über den der Iris zugekehrten Theil der Ciliarfortsätze und die hintere Fläche der Iris bis zum Pupillarrande verfolgt werden kann.

---

1) l. c. p. 67.

2) l. c. p. 36. Anmerkung.

3) l. c. p. 673. Anmerkung.

4) l. c. p. 33.

5) Untersuchungen über die Glashäute des Auges, insbesondere die Glaslamelle der Chorioidea und ihre senilen Veränderungen. Archiv f. Ophthalmologie. Bd. II.

Gegen diese Angaben von E. Brücke und H. Müller ist mancher Widerspruch erhoben worden. Ihre unter anderen auch von M. Schultze[1]) vertretene Ansicht, dass die Limitans retinae und die Membrana hyaloidea bis an die ora serrata hin zwei distinkte Membranen seien, deren erstere durch Verschmelzung der kegelförmigen Enden der Müller'schen Stützfasern der Retina entstanden sei, hat in Henle[2]) einen Gegner gefunden. Dieser hält Limitans und Hyaloidea für eine untrennbare Membran, für welche er den Namen Limitans hyaloidea vorschlägt. Dadurch wird dann Henle genöthigt[3]), ausser der Spaltung der Limitans hyaloidea an der ora serrata noch eine zweite zu statuiren, und zwar auf der Höhe der Ciliarfortsätze. Aus dieser Spaltung gehe als inneres oder hinteres Blatt die eigentliche faserige Zonula hervor, als vorderes oder äusseres Blatt ein zartes Häutchen, das aber nur bis zum Ciliarrande der Iris verfolgt werden könne. Ebenso wird die Existenz eines solchen Häutchens auf der hinteren Fläche der Iris von Klebs[4]) bestritten, während Kölliker[5]) allerdings zugiebt, dass in alten Augen und bei Zusatz von Alkalien sich stellenweise ein solches Häutchen von der hinteren Fläche der Regenbogenhaut abhebe, dasselbe aber für die vereinten äusseren Zellwandungen der Pigmentzellen erklärt.

Mehr Uebereinstimmung herrscht über den Ursprung und Ansatz des hinteren Grenzblättchens des canalis Petiti. Es entsteht, wie die Mehrzahl der Forscher angiebt, aus der Spaltung der Hyaloidea an der ora serrata und zieht zur hinteren Linsenkapsel hinüber, um die fossa patellaris auszukleiden. Nur nach Hannover[6]) ist dies Blatt doppelt, einen zweiten Kanal zwischen sich einschliessend, wird jedoch in der schüsselförmigen Grube wieder einfach. Von Fasergebilden innerhalb dieses Glashäutchens erwähnt Niemand etwas. Alle Forscher stimmen darin überein, dass die Fasern nur dem vorderen Blatte, der Zonula ciliaris, angehören.

---

1) Zur Anatomie und Physiologie der Retina. M. Schultze's Archiv. Bd. II. p. 264.

2) l. c. p. 661 u. 662.

3) l. c. p. 674.

4) Zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. 3. Die vorderen Abschnitte der Augenhäute. Virchow's Archiv. Bd. 21. 1861.

5) Gewebelehre, 5. Aufl. p. 663.

6) l. c. Taf. I. Fig. 6.

Ueber den Ursprung und den Ansatz dieser Fasern an der Linsenkapsel gehen nun aber die Meinungen wieder weit auseinander. Nach E. Brücke[1]) giebt es überhaupt keine Fasern innerhalb der Zonula; sie werden nur vorgetäuscht durch zahlreiche gröbere und feinere radiäre Falten des glashellen strukturlosen Strahlenblättchens. In neuerer Zeit hat man sich allgemein für die Existenz von eigenthümlichen Fasern ausgesprochen, die durch ein glashelles Bindemittel zu einer radiär gefalteten Membran vereinigt sind. Die Fasern entspringen, wie die meisten Forscher, unter anderen O. Weber und Kölliker annehmen, fein in der Gegend der ora serrata innerhalb der Fläche der Zonula, verstärken sich auf dem Wege zum Linsenrande durch immer zahlreicher auftretende, in derselben Richtung verlaufende Fasern, die schliesslich zu gröberen Bündeln zusammentreten. Nach Klebs dagegen entspringen sie aus dem hinteren Theile der pars ciliaris retinae und sind als modificirte Müller'sche Stützfasern aufzufassen. Sie würden dann also zur Retina gehören und mit der Hyaloidea gar nichts zu thun haben.

Ebenso wie der Ursprung der Zonulafasern, hat der Ansatz derselben an der Linsenkapsel zu Meinungsverschiedenheiten Veranlassung gegeben. Die meisten Forscher, unter ihnen neuerdings auch Henle[2]), geben an, dass ein Theil der Fasern, und zwar der grössere, sich auf der vorderen, ein anderer Theil auf der hinteren Linsenkapsel inserire. Nach der Fig. 521 in Henle's Handbuch der Eingeweidelehre findet dieser Ansatz bündelweise alternirend statt. Offenbar müssen durch eine solche Zerklüftung der Zonula Lücken entstehen, durch welche der Petit'sche Kanal mit der hinteren Augenkammer communicire. Wie oben bereits erwähnt, spricht sich Henle, gestützt auf die Resultate des Lufteinblasens in den Kanal, gegen die Existenz solcher Lücken aus; in welcher Weise er sich aber die alternirend auf der vorderen und hinteren Linsenkapsel sich inserirenden Faserbündel zu einer Membran verbunden denkt, geht aus seiner Beschreibung nicht hervor.

Dieser allgemein verbreiteten Ansicht vom Ansatze der Zonulafasern gegenüber hat nun F. E. Schulze[3]) sich ganz bestimmt

1) l. c. p. 34 u. 66, Anmerk. 54.

2) l. c. p. 672 u. 673.

3) Der Ciliarmuskel des Menschen. M. Schultze's Archiv, Bd. III. p. 496.

dahin geäussert, dass die betreffenden Fasern sich nur an der vorderen Linsenkapsel befestigen und zwar in einer Zickzacklinie, die mit ihren Thälern den Linsenrand berührt, nie aber auf die hintere Linsenkapsel übergreift.

In vorstehenden Zeilen habe ich die divergentesten Ansichten über die Anatomie des canalis Petiti und seiner Begrenzungen kurz zusammengestellt. Es ergeben sich daraus die mannigfaltigsten Fragen, die eine neue Untersuchung der genannten Theile wohl rechtfertigen. Ich beginne mit der Beschreibung der den canalis Petiti begrenzenden Glashäute, wie sie aus der Spaltung an der ora serrata hervorgehen.

Was zunächst das Verhältniss der Limitans retinae zur Hyaloidea betrifft, so kann ich mich nur der Meinung derer anschliessen, welche beide als getrennte Membranen betrachten. Nur von der ora serrata an bis zur Höhe der Ciliarfortsätze gehen beide eine festere Verbindung ein, worüber unten mehr. Besonders leicht lässt sich die gesonderte Existenz des Hyaloidea an Schweinsaugen demonstriren, die in Müller'scher Flüssigkeit gelegen haben. Der Glaskörper lässt sich dann mit Linse, Zonula und Hyaloidea leicht aus dem Bulbus herauslösen. Die Hyaloidea erscheint als structurloses Häutchen mit glatter Aussenfläche, auf der sich keine Spuren der Limitans retinae erkennen lassen. Ab und zu finden sich in ihr die bekannten platten kleinen Zellen; letztere sind auch an Augen erwachsener Thiere in der Gegend der ora serrata kurz hinter dem Ursprunge der Zonula fast constant vorhanden. Im Uebrigen habe ich den Auseinandersetzungen von M. Schultze (l. c. p. 264) über das Verhalten der Limitans retinae zur Hyaloidea nichts hinzuzufügen.

Wie bekannt, verwächst nun von der ora serrata an bis zur Spitze der Ciliarfortsätze die Fortsetzung der Hyaloidea fest mit dem Ciliarkörper. Zugleich trennt sich hier eine innere Lage der Membran von der äusseren. Die aus der Spaltung hervorgegangene innere Membran bildet die hintere Wand des canalis Petiti, während die vordere äussere Membran durch Fasern sich verstärkt und als Zonula ciliaris bezeichnet wird. Dass die Spaltung der Hyaloidea in die beiden Grenzblätter des canalis Petiti wirklich auf der Höhe der ora serrata stattfindet, lässt sich leicht demonstriren. Das einfachste Mittel dazu ist die Injection des Kanales. Man hat bisher dieselbe meist dadurch auszuführen gesucht, dass man den vorsich-

tig blossgelegten Kanal durch Einblasen mit Luft füllte. Dadurch wird dann die hintere Wand des Petit'schen Kanales von der vorderen abgehoben, es werden zugleich die im natürlichen Zusammenhange durch die Gipfel der Ciliarfortsätze eingestülpten Theile der Zonula ausgebaucht, während die den Thälern zwischen den Ciliarfortsätzen entsprechenden Theile als straffere Gebilde Widerstand leisten. So entsteht das bekannte Bild, welches Petit veranlasste, den Kanal als canal godronné zu bezeichnen. Ich habe dies Verfahren an Schweinsaugen öfter in Anwendung gebracht und auch schon dadurch die Ueberzeugung gewonnen, dass die Spaltung der Grenzblätter des Petit'schen Kanales an der ora serrata stattfindet. Besser geeignet zur Demonstration dieser Verhältnisse sind indessen Injectionen des Kanals von der vorderen Augenkammer aus. Ich werde unten ausführlicher darauf zurückzukommen haben und kann deshalb hier nur das anführen, was auf die gerade vorliegende Frage Bezug hat. Spritzt man unter mässigem Druck lösliches Berliner Blau in die vordere Augenkammer, so erhält man, wie ich schon früher kurz mitgetheilt habe[1]), leicht eine vollständige Füllung des Petit'schen Kanales. Es ist an gelungenen Präparaten dann die ganze Zonula bis an die ora serrata heran vom Glaskörper abgehoben. Erst hier findet die blaue Masse ihre Grenze und hört mit einem gezackten Rande auf, der ganz der Grenze der ora serrata entspricht. Sowohl beim Menschen als bei den Säugethieren (Schwein, Hund) gelingt dies Verfahren leicht und gewährt völlige Gewissheit über die Spaltungsstelle der Hyaloidea in ihre zwei Blätter. Noch eleganter kann man diese Verhältnisse demonstriren, wenn man auf dieselbe Weise eine einprocentige Lösung von Argentum nitricum in die vordere Augenkammer spritzt. Ich führte dies an Schweinsaugen aus und fand beim Eröffnen des Augapfels einen reichlichen weissen, am Lichte sehr bald sich bräunenden Niederschlag innerhalb des canalis Petiti auf den einander zugekehrten Oberflächen seiner begrenzenden Membranen; dadurch markirten sich letztere sehr deutlich und liessen sich getrennt leicht bis zur ora serrata verfolgen. Es dürfte dies wohl das beste Verfahren sein, um makroskopisch den canalis Petiti und seine Wandungen in ihrer ganzen Ausdehnung zu demonstriren.

Steht es nunmehr fest, dass die Trennung der beiden den

1) Medicinisches Centralblatt, 1868. Nr. 54. p. 849.

Petit'schen Kanal begrenzenden Blätter unmittelbar an der ora serrata stattfindet, so ist doch damit noch nicht gesagt, dass während des Lebens die Wände des Kanals in ihrer ganzen Ausdehnung klaffen. Es wird durch obige Versuche nur bewiesen, dass die beiden Membranen sich leicht bis zur ora serrata hin von einander abheben lassen, und werde ich auf die Frage nach dem Lumen des Kanales während des Lebens unten noch näher einzugehen haben.

Das innere aus der Spaltung an der ora serrata hervorgegangene Blatt der Hyaloidea bildet die hintere Wand des canalis Petiti und die vordere Grenze des Glaskörpers; es kleidet die die Linse aufnehmende fossa patellaris des Glaskörpers aus. Am frischen Auge zeigt sich diese Glashaut im Grunde der tellerförmigen Grube ziemlich fest mit der hinteren Linsenkapsel verwachsen, so dass selbst bei solchen Injectionen in die vordere Augenkammer, welche eine pralle Füllung des Petit'schen Kanales zur Folge haben, die betreffende Membran ringsum nur in einer Zone, welche einem Viertheil bis Drittheil des Aequatorialdurchmessers der Linse entspricht, von der hinteren Linsenkapsel abgehoben wird. Im Centrum lässt sich auf diese Weise eine Trennung der Linsenkapsel von der Fortsetzung der Hyaloidea nicht erzielen. Wohl aber gelingt dies ziemlich leicht an Augen, die längere Zeit in Müller'scher Flüssigkeit gelegen haben. Letztere eignen sich auch am besten zur Untersuchung der feineren Struktur dieses Theiles der Hyaloidea, da an frischen Augen es kaum möglich ist, Stücke dieser zarten Membran zu isoliren. Am besten verfährt man an erhärteten Augen zum Zwecke der Untersuchung des betreffenden Häutchens so, dass man Linse, Zonula und Glaskörper im Zusammenhange aus dem Augapfel herausnimmt, dann nach Spaltung der vorderen Linsenkapsel die Linse aus ihrer Kapsel entfernt, den vorderen Theil der letzteren bis zur Ansatzstelle der Zonulafasern abträgt und nun die centralen Theile der hinteren Linsenkapsel herausschneidet. Man erhält dann mit Theilen der letzteren stets Stücke des ihr anhaftenden Hyaloidea-Blattes, die sich mikroskopisch leicht von der steifen dicken Linsenkapsel, welche die bekannte wabenförmige Zeichnung trägt, unterscheiden lassen. Es erscheint nämlich der die Fossa patellaris auskleidende Theil der Hyaloidea als ein zartes strukturloses Häutchen, das im frischen Zustande homogen, an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit aber feinkörnig getrübt ist. Eine Dickenmessung war nicht auszuführen, da dies Häutchen an

Zartheit noch die eigentliche Hyaloidea übertrifft. Zellige Elemente vermochte ich in ihm nicht aufzufinden; auch seine dem canalis Petiti zugekehrte Fläche zeigte nichts davon. Die Anwendung der Silbermethode ergab nur regellose Niederschläge; ebensowenig liess sich durch eine andere Methode eine endotheliale Bekleidung demonstriren: Die hintere Wand des Petit'schen Kanales wird vielmehr durch ein structurloses Häutchen gebildet, das keine zelligen Elemente beherbergt. Dagegen scheinen mir gewisse Bilder, welche man an den Rissstellen des Häutchens von Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit erhält, auf eine complicirtere Anordnung der die Membran constituirenden Molecüle zu deuten. In vielen Fällen reisst nämlich dieselbe nicht in geraden Linien oder einfacheren Curven, sondern zeigt an ihren Rissstellen ein höchst eigenthümliches Verhalten (Fig. 33a). Es stehen hier zahlreiche feinere und gröbere, bald spitz, bald kolbenförmig auslaufende, bald einfache, bald sich dichotomisch oder trichotomisch theilende Zacken hervor, und entsprechen die Zacken der einen Risslinie den Gruben zwischen den Zacken der anderen und umgekehrt. Ausser an den Rissstellen ist jedoch von einer Structur, die etwa darauf hindeutete, dass die Membran aus zahlreichen kurzen Fäserchen zusammengewirkt sei, nichts wahrzunehmen.

Bei der nöthigen Uebung gelingt es nun nicht schwer, das eben beschriebene hintere Grenzblatt des canalis Petiti bis zur ora serrata hin abzupräpariren und sein Verhalten an der Spaltungsstelle der Hyaloidea zu untersuchen. Es lässt hier zuweilen eine feine radiäre Streifung erkennen, ohne dass es jedoch zu einer Faserbildung der Art, wie wir sie an der Zonula wahrnehmen, käme. In anderen Fällen zeigt die Streifung eine mehr circuläre Anordnung. Es ist daher wahrscheinlich, dass beide Arten von Streifungen ihre Entstehung Faltenbildungen verdanken.

Nach vorn wird der canalis Petiti durch das Strahlenblättchen (Zonula ciliaris s. Zinnii) begrenzt. Betrachten wir dasselbe an Präparaten, wo es ganz unversehrt als Verbindungsbrücke zwischen Linse und Glaskörper erhalten ist, näher (Fig. 7), so können wir leicht 3 Zonen daran unterscheiden. Die zwei äusseren derselben (Fig. 7a u. b), welche den grössten Theil der Breite der Zonula einnehmen, sind fest mit der pars ciliaris retinae und dadurch überhaupt mit dem Ciliarkörper verwachsen. Die innerste schmalste Zone (Fig. 7 c) entspricht dem freien Theile der Zonula, der sich

von der Spitze der Ciliarfortsätze bis zur vorderen Fläche des Linsenrandes erstreckt und an frischen Präparaten als heller durchsichtiger Ring um den Linsenrand erscheint,

Um die Oberflächenverhältnisse der beiden äusseren Zonen des Strahlenblättchens richtig zu verstehen, ist es nöthig, zuvor einen kurzen Blick auf die Theile zu werfen, mit welchen dasselbe von der ora serrata an in so inniger Verbindung steht. Hat man in der beschriebenen Weise die Zonula mit Glaskörper und Linse von diesen Theilen abgehoben, so erkennt man, dass sich hier nach der Configuration der inneren Oberfläche leicht zwei den unterschiedenen Regionen der Zonula genau entsprechende Zonen unterscheiden lassen. Henle bezeichnet die peripherische hintere, von der ora serrata bis zur Erhebung der Ciliarfortsätze sich erstreckende als orbiculus ciliaris, die mehr centrale vordere Abtheilung dagegen als eigentlichen Ciliarkörper. Eine wesentliche Differenz im feineren Baue beider Theile findet sich indessen nicht; dennoch ist eine solche Trennung eine practische, da sie zum leichteren Verständnisse der so verwickelten Anordnung dieses Augenabschnittes beiträgt. Nur möchte ich vorschlagen, als Ciliarkörper nicht bloss die Ciliarfortsätze, sondern alle die Theile der mittleren Augenhaut, welche von der ora serrata an sich nach vorn bis zur Wurzel der Iris erstrecken, zu bezeichnen und innerhalb desselben den Ciliarmuskel, die Ciliarfortsätze und den orbiculus ciliaris als Haupttheile zu unterscheiden. Denn der orbiculus ciliaris lässt sich nie scharf von den Ciliarfortsätzen sondern; wohl aber bildet die ora serrata stets eine scharfe Grenze, von welcher nach vorn gerechnet auch der feinere Bau der betreffenden Theile sich ändert. Ueberdies findet sich bei manchen Thieren, z. B. beim Kaninchen, gar kein orbiculus ciliaris (vergl. Fig. 4). Die Ciliarfortsätze erheben sich hier gleich von der ora serrata aus. Man müsste dann also den Ciliarkörper das eine Mal von der ora serrata, das andere Mal von einer nicht genau zu fixirenden Stelle, die vor der ora serrata gelegen ist, rechnen, was doch entschieden unstatthaft ist. Ich unterscheide also an der inneren mit der Zonula verwachsenen Oberfläche des Ciliarkörpers die Zone des orbiculus ciliaris und die Zone der Ciliarfortsätze. Beim Menschen besitzen beide Zonen ungefähr eine gleiche Breite. Die Innenfläche des orbiculus ciliaris erscheint nach Ablösung der Zonula namentlich im menschlichen Auge bei oberflächlicher Betrachtung glatt; bei genauerer Untersuchung erkennt man jedoch schon makroskopisch, dass sie in zahlreiche feine

radiäre Fältchen gelegt ist. Im Auge des Schweines sind diese Verhältnisse deutlicher wahrzunehmen. Hier kann man sich auch leicht überzeugen, dass die eigentlichen Ciliarfortsätze ihren Ursprung aus diesen zarten Leistchen nehmen, indem an der vorderen Grenze des orbiculus ciliaris je 2 bis 3 dieser Leistchen zu einer dickeren stärkeren Erhebung, einem Ciliarfortsatze zusammentreten, welch' letzterer nun rasch an Höhe zunimmt, in demselben Masse an Breite verlierend; dabei werden natürlich die Furchen zwischen den radialen Erhebungen zu immer tieferen von steilen Wänden begrenzten Thälern.

Entsprechend den so eben kurz beschriebenen beiden Abtheilungen, welche sich nach Entfernung der Zonula an der inneren Oberfläche des Ciliarkörpers unterscheiden lassen, zerfällt der mit letzterem verwachsene Theil der Zonula ebenfalls in 2 Zonen (vergl. Fig. 7). Die äussere Oberfläche der Zonula ist der genaue Abdruck der Innenfläche des orbiculus ciliaris und der Ciliarfortsätze. So erscheint denn eine äussere Abtheilung des Strahlenblättchens entsprechend den feinen Leistchen des orbiculus fein radiär gestreift (Fig. 7 a), während eine innere an Breite ihr gleichende Zone in grösseren Abständen gröbere radiäre Streifen erkennen lässt (Fig. 7 b), die, wie wir gleich sehen werden, den Thälern zwischen den Ciliarfortsätzen entsprechen. Erstere will ich als die Zone des orbiculus ciliaris von der inneren, der Zone der Ciliarfortsätze unterscheiden. Wenden wir nun zunächst diesen beiden letzten Zonen, welche eine feste Verbindung mit dem Ciliarkörper eingehen, unsere Aufmerksamkeit zu.

Die beschriebene radiäre Streifung ist nicht das Einzige, was man bei makroskopischer Betrachtung erkennt. Wie längst bekannt, kann man das Strahlenblättchen nicht vom Ciliarkörper ablösen, ohne dass mehr oder weniger zahlreiche Reste des letzteren darauf sitzen bleiben. Diese Reste sind dreierlei Art: Pigment, Zellen der pars ciliaris retinae und Stücke der Limitans.

Das Pigment findet sich meistens zu radiären Streifen angeordnet innerhalb der Zone der Ciliarfortsätze (Fig. 7 e, Fig. 6). Diese Streifen entsprechen den Höhen der Zonulafalten, den Thälern zwischen den Ciliarfortsätzen. Namentlich beim Menschen und Hunde haftet hier das Pigment sehr fest, so dass es sich durch Abpinseln nur schwer entfernen lässt. In der Zone des orbiculus ciliaris dagegen finden wir die Pigmentreste meist unregelmässig über die

Oberfläche verstreut. Sehr häufig findet sich dicht an der ora serrata ein vollständiger vom Ciliarkörper abgelöster Pigmentring (Fig. 7 f). Derselbe lässt sich jedoch stets sehr leicht durch Abpinseln entfernen. Alle diese Pigmentreste stammen aus der bekannten Pigmentlage, welche die innere Oberfläche des eigentlichen Stroma des Ciliarkörpers überzieht und gewöhnlich als Fortsetzung des Pigmentepithels der Retina angesehen wird.

Unter dem auf der Zonula haftenden Pigment sitzen die schönen Zellen der pars ciliaris retinae. Sie können aber auch unbedeckt von jenem auf der Zonula haften bleiben und sind dann meist zu kleineren und grösseren ovalen oder runden Flecken gruppirt, die in den secundären Vertiefungen auf der Höhe der Zonulafalten sitzen. Es sieht dann fast so aus, als wenn hier die äussere Fläche der Zonula ein regelmässiges grosskerniges Pflasterepithel trage. Bei Vergleichung mit den entsprechenden Stellen des Ciliarkörpers erkennt man jedoch, dass das Epithel letzterem und zwar der Zellenschicht der pars ciliaris retinae angehört. Davon überzeugt man sich auch an solchen Präparaten der Zonula, wo auf dieser farblosen Zellenschicht noch Pigment haften geblieben ist. Dann wird das Innere eines solchen Fleckes vom Pigment eingenommen, während seine Ränder von einer einfachen Reihe der Zellen der pars ciliaris retinae begrenzt werden. Letztere stellen sich an Durchschnitten durch das frische Corpus ciliare als cylindrische Gebilde mit körnig getrübtem Inhalt dar; die Kerne sind an solchen Präparaten nicht zu erkennen, werden aber auf Zusatz von Essigsäure sofort deutlich und liegen dicht am Pigmentlager. An den Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit sind die Kerne meist leicht wahrzunehmen.

Während nun das Pigment und die Zellen des Ciliartheils der Retina meist nur vereinzelt auf der Oberfläche der Zonula haften bleiben und sich stets durch Abpinseln mehr oder weniger leicht von derselben entfernen lassen, ist die Fortsetzung der Limitans retinae äusserst fest mit der eigentlichen Zonula verwachsen, so dass in der neuesten Zeit noch Henle dadurch veranlasst wurde, beide als eine Membran aufzufassen, die sich jedoch an der Spitze der Ciliarfortsätze spalte und einerseits ein Blatt zur Linse hinübersende, andrerseits noch weiter nach vorn bis zum Ursprunge der Iris sich verfolgen lasse. Ich habe grade dieser Frage, wie sich die Limitans zur Zonula verhalte, viel Aufmerksamkeit geschenkt, da ihre

Beantwortung für die Frage nach dem Ursprunge der Zonulafasern, von grosser Wichtigkeit ist; ich bin dabei zu Resultaten gekommen, die im Wesentlichen mit den schon oben citirten Beobachtungen von H. Müller und Brücke übereinstimmen.

Wenn man die gut isolirte Zonula durch wiederholtes Abpinseln von den zelligen Elementen der pars ciliaris retinae reinigt und darauf unter dem Mikroskope durchmustert, so sieht man, dass an den meisten Stellen über den radial verlaufenden Fasern der Zonula noch eine zarte Membran liegt, welche ein eigenthümlich reticulirtes Aussehn zeigt. Diese Membran lässt sich an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit namentlich auf der Höhe der Zonulafalten stets mit Sicherheit nachweisen, während die den Gipfeln der Ciliarfortsätze entsprechenden Faltenthäler oft frei zu Tage liegen. So kann der Theil der Zonula, den wir oben als die Zone der Ciliarfortsätze bezeichneten, alternirend Stellen mit und ohne Reste jener reticulirten Membran zeigen. Die den radiären Faltenthälern entsprechenden frei bleibenden Streifen sind schmaler, als die noch mit der Membran bedeckten, da letztere auch auf den Abhängen der Zonula-Faltenberge haften bleibt. Etwas anders verhält sich die Zone des orbiculus ciliaris. Hier sind es keine bestimmten Stellen, an denen die erwähnte Membran vorzugsweise auf der Zonula sitzen bliebe. In vielen Fällen findet auch hier über den grössten Theil der Zone hin eine innige Verbindung zwischen Zonula und reticulirter Membran statt. Alternirende freie und bedeckte radiale Streifen sind hier nur selten ausgeprägt, welches Verhalten der geringen radialen Faltung dieses Abschnittes der Zonula entspricht.

Ich habe bisher die mit der Zonula verwachsene Membran kurz als eine reticulirte bezeichnet. Ihre feinere Structur ist folgende. Der eigentlichen Zonula liegt sie dicht auf, genau allen Falten und secundären Erhebungen derselben folgend. Auf der in normaler Lage dem Ciliarkörper zugekehrten und mit diesem in Verbindung stehenden Seite erheben sich zahlreiche kurze Leistchen, welche zu mehr oder weniger regelmässigen polygonalen Figuren mit meist verdickten Knotenpunkten zusammentreten. Dadurch wird dann ein Reticulum gebildet, welches auf der Höhe der Zonulafalten besonders gut entwickelt ist und hier ziemlich enge Maschen zeigt. Innerhalb der Zone des orbiculus ciliaris werden die Maschen weiter, die Leistchen niedriger und spärlicher. Ueber die Höhe dieser

Leistchen kann man sich natürlich an reinen Flächenansichten kaum unterrichten. Um dieselbe beurtheilen zu können, sind Profilbilder nothwendig. Solche erhält man leicht, wenn man sich aus der Zonula entsprechend der Richtung der Fasern ein keilförmiges Stück herauspräparirt und nun die radialen Schnittränder betrachtet. Da erkennt man denn, dass die Leisten auf den Gipfeln der Zonulafalten im Durchschnitt eine Höhe besitzen, welche der Dicke einer farblosen Zelle des Ciliartheils der Retina gleichkommt [1]), dass dieselben ferner oft sehr scharf sind und zahlreiche scharfe Spitzen und Zacken tragen. Innerhalb der Zone des orbiculus ciliaris dagegen sind die Leistchen sehr niedrig und kaum ausgezackt.

An Präparaten, wo noch Zellen der pars ciliaris retinae der Zonula aufsitzen, überzeugt man sich nun leicht, dass dieselben sich in die zahlreichen durch die beschriebenen Leistchen begrenzten grösseren und kleineren Maschen hineinsenken. Es kommt dadurch die bekannte innige Verbindung zwischen der Zonula und dem Ciliarkörper zu Stande.

Wenn wir die Schicht farbloser grosskerniger Zellen, welche sich zwischen der beschriebenen reticulirten Membran und der Pigmentschicht befindet, als die modificirte Fortsetzung der innersten Augenhaut, der Retina, betrachten, wie es allgemein geschieht, und dieselbe als Ciliartheil der Retina bezeichnen, so haben wir offenbar die reticulirte mit ihren Leistchen und Zäckchen in die grosszellige Schicht hineinragende Membran als Fortsetzung der Limitans der Retina anzusehen. Die Leisten und Zacken sind demgemäss wohl als die Analoga der Müller'schen Stützfasern der Retina zu betrachten und nicht die Zellen selbst, wie dies Kölliker will. Welchen Elementen der Retina diese Zellen entsprechen, müssen weitere Untersuchungen lehren, Untersuchungen, die es sich zur Aufgabe machen, die Veränderungen der einzelnen Schichten der Retina nach der ora serrata hin und über diese hinaus genau zu verfolgen. Jedenfalls gehen die Zellen der pars ciliaris retinae keine Verwachsung mit der Limitans ein, wie dies nach Kölliker der Fall ist. In der von diesem Forscher gezeichneten Figur [2]) sind offenbar die Zellen, die zwischen ihnen befindlichen Zacken und die letzteren zum Ursprunge dienende Limitans durch das Erhärtungsmittel so fest

1) Die längsten Zacken messen beim Schwein 11 bis 13 μ.

2) l. c. p. 685. Fig. 494.

an einander gepresst, dass dieselben eine zusammenhängende Masse zu bilden scheinen. Man kann sich aber leicht an frischen Präparaten von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugen. Am besten eignen sich dazu Profilbilder möglichst dünner Ciliarfortsätze; ich wählte die des weissen Kaninchens, weil sich hier die Verhältnisse am besten übersehen lassen. Hat man einen solchen so auf den Objektträger gebracht, dass man seinen in normaler Lage in der Tiefe der Zonulafalten sitzenden Kamm im Profil erblickt, so erkennt man, dass derselbe von einer Schicht körnig getrübter cylindrischer Zellen überzogen wird, die nach der sonst der Zonula zugekehrten Oberfläche zu durch eine scharfe Linie begrenzt werden. Meist bildet sich aber, selbst bei Anwendung von Jodserum als Zusatzflüssigkeit, ein Zwischenraum zwischen den Zellen und dieser Linie, welche sich nun als eine zarte Membran documentirt und an ihrer den Zellen zugekehrten Seite zahlreiche Zacken trägt, die allerdings nie die Höhe erreichen, wie ich sie vorhin von der Oberfläche der Zonula des Schweins geschildert habe. Diese Zacken entsprechen leichten Einsenkungen an den Grenzen je 2 sich berührender Zellen. Ich glaube, dass man nach Allem wohl berechtigt ist, die zarte Membran mit den Zacken und Leisten als Analogon der Limitans retinae und der Radialfasern zu betrachten, während die Zellen offenbar nicht mit letzteren verglichen werden können [1]).

Wie kommt es nun aber, dass man an solchen Präparaten, wie ich sie eben geschildert habe, überhaupt etwas von einer Limitans auf dem Ciliarkörper bemerkt, während doch nach den Flächenansichten der isolirten Zonula zu schliessen, die Limitans äusserst fest auf letzterer sitzen bleibt? Man erinnere sich, dass in den Thälern zwischen den stärker gefalteten Theilen der Zonula von einer Limitans auf derselben oft nichts zu bemerken war. Diese Thäler entsprechen nun aber offenbar den Kämmen der Ciliarfortsätze, auf denen wir vorhin die Limitans so schön nachweisen konn-

---

1) Auch Merkel betrachtet in seiner kürzlich publicirten Arbeit: „Ueber die Macula lutea des Menschen und die Ora serrata einiger Wirbelthiere" die cylindrischen Zellen der pars ciliaris retinae als den Stützfasern der Retina entsprechende Gebilde, gestützt auf Ansichten, welche Schnittpräparate durch die Ora serrata gewährten (p. 14). Es lässt sich dagegen derselbe Einwand erheben, wie gegen die oben besprochene Annahme von Kölliker.

ten. Wenn dem so ist, so muss man nach dem Abziehen der Zonula vom Ciliarkörper in den Thälern zwischen den Ciliarfortsätzen keine Spur einer Limitans mehr antreffen, da wir ja dieselbe auf den mit jenen Thälern correspondirenden Höhen der Zonulafalten vorfinden. Dem ist in der That so, wie man sich leicht durch Vergleichung der entsprechenden Stellen überzeugen kann. Man hat also anzunehmen, dass an allen jenen Stellen, welche den Thälern der Zonula, resp. den Gipfeln der Ciliarfortsätze entsprechen, die Limitans nur lose mit der Zonula verbunden ist, so dass sie beim Abziehen derselben vom Ciliarkörper gewöhnlich an letzterem sitzen bleibt, während sie auf der Höhe der Zonulafalten, die tief zwischen die Ciliarfortsätze hineindringen, ausserordentlich fest mit dem Strahlenblättchen verkittet ist, so dass sie nach Isolirung der Zonula auf den entsprechenden Stellen des Ciliarkörpers vermisst wird. Wo die Falten der Zonula niedrig sind, wie in der Zone des orbiculus ciliaris, tritt, wie schon oben erwähnt, ein solcher Unterschied nicht hervor.

Man könnte nun nach dem eben Angeführten immer noch der Ansicht sein, dass man die Limitans und Zonula als eine Membran aufzufassen habe, da beide an den meisten Stellen einen so festen Zusammenhang zeigen, dass man sie selbst durch wiederholtes Abpinseln nach vorausgegangener Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit nicht trennen kann. In der That gelang es mir lange Zeit nicht, Limitans und Zonula getrennt darzustellen, so dass ich selbst zu der Ansicht hinneigte, es möchten die Fasern der Zonula aus den Zacken der Limitans entspringen und somit als modificirte Müller'sche Fasern aufzufassen sein, eine Ansicht, die von Klebs vertreten wird. Dafür sprach einmal der Umstand, dass in der Zone des orbiculus ciliaris die Fasern der Zonula noch schwach und spärlich entwickelt sind, dass sie dagegen mit der mächtigeren Ausbildung der Zacken und Leisten der Limitans innerhalb der Zone der Ciliarfortsätze stärker und stärker werden, zu Bündeln zusammentreten und ihre grösste Mächtigkeit erst an der Spitze der processus ciliares erhalten. Ein solches Faserbündel würde dann also seine Wurzeln aus der ganzen Fläche der Limitans von der ora serrata an bis zur Spitze der Ciliarfortsätze beziehen; die Untrennbarkeit der Limitans von der Zonula würde dadurch selbstverständlich. Was mich besonders für diese Ansicht bestimmte, waren Bilder, wie ich sie von der Zonula des Schweines häufig erhielt. An ent-

sprechend den Radien keilförmig herauspräparirten Stücken des Strahlenblättchens gelingt es, wie ich oben schon angab, leicht, Profilbilder der Zacken und Leisten zu erhalten. Bei Betrachtung mit starken Systemen zeigten sich Leisten und Zacken fein gestreift, und zwar in der Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Zonula. Oft aber war diese Streifung etwas schief zur Oberfläche gestellt und zwar in der Richtung nach dem Linsenrande hin. Wenn nun an solchen Stellen ein Bündel Zonulafasern unter diesen Zacken und Leisten hinwegzog, so gewann es oft den Anschein (vergl. Fig. 34), als wenn die Streifung der letzteren in die Streifung des Faserbündels direkt überginge, als ob aus den Leisten und Zacken feine Fasern ihren Ursprung nähmen, die sich alsbald in der Richtung nach dem Linsenrande zu den Zonulafasern anschlössen und so zur Verstärkung eines Bündels derselben beitrügen. Es lag nahe, aus diesen Beobachtungen allgemein auf einen Ursprung der Zonulafasern aus der Limitans zu schliessen. Allein bald überzeugte ich mich, dass ein solcher Ursprung nur vorgetäuscht wird, dass die Zonulafasern unter der Limitans gerade hinwegziehen und nicht aus dieser und somit auch nicht aus dem Ciliartheile der Retina entspringen. Am menschlichen Auge, wo Leisten und Zacken niedriger sind, als beim Schwein, gelang es mir nicht, den eben beschriebenen analoge Bilder zu erhalten. Dagegen überzeugte ich mich hier zuerst leicht, dass es wohl möglich ist, Limitans und Zonula glatt zu trennen. Wenn man nämlich die Zonula eines vorher in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Auges einige Tage in Wasser oder 1procentigen Lösungen von Kali bichromicum liegen lässt und darauf auf dem Objektträger zerzupft, so erhält man mehr oder weniger grosse Fetzen der Limitans wohl isolirt von den starren Bruchstücken der eigentlichen Zonula. Erstere enthalten dann durchaus keine Fasergebilde, sondern sind an der sonst der Zonula aufsitzenden Seite glatt, auf der anderen Seite dagegen mit den oft erwähnten Leistchen besetzt. Ganz ebenso, wenn auch viel schwieriger, gelingt eine solche Trennung an der Zonula des Schweines; an den isolirten Fragmenten der Limitans zeigen dann die Leisten noch die beschriebene feine Streifung. Die Zonulafasern verlaufen aber in allen Fällen in der Ebene der eigentlichen von der Limitans getrennten Zonula. Die innige Verbindung dieser beiden Häute wird also, wie aus dem Angeführten hervorgeht, nicht durch die Zonulafasern vermittelt, sondern lediglich durch eine schwerlösliche Kittsubstanz, die

erst nach längerer Maceration in dünnen Lösungen von Kali bichromicum sich soweit löst, dass der Zusammenhang beider Membranen ein lockerer wird.

Ehe ich mich nun zur weiteren Besprechung der eigentlichen Zonula wende, erübrigt es noch, die Limitans von der Stelle an, wo sie ihren innigen Zusammenhang mit der Zonula aufgiebt, also vom Gipfel der Ciliarfortsätze an, weiter nach vorn zu verfolgen. Ich habe in der Einleitung schon erwähnt, wie verschieden die Angaben der Forscher über das vordere Ende der Limitans lauten. Ich kann mich nur den übereinstimmenden Beschreibungen von H. Müller und E. Brücke anschliessen, dass jene Membran als ein zartes glashelles Häutchen sich nicht nur bis zum Ursprunge der Iris, sondern über die ganze hintere Fläche derselben bis zum Pupillarrande verfolgen lässt. Es gelang mir sowohl beim Menschen, als beim Schwein leicht, mich vom Vorhandensein einer zarten glashellen Grenzhaut auf der hinteren Fläche der Regenbogenhaut zu überzeugen. Beim Schweine finden sich auf der dem Irisgewebe zugekehrten Fläche dieser zarten Membran noch feine radiär verlaufende Leisten in geringer Zahl, unzweifelhaft die Analoga der stark entwickelten Leisten und Zacken des Ciliartheiles der Limitans. Beim Menschen dagegen vermochte ich solche Leistchen nicht aufzufinden. Es ist hier überhaupt schwieriger, durch Zerzupfen der hintersten Gewebsschicht der Iris grössere Stücke der zarten Grenzhaut zu erhalten, da dieselbe eine grosse Neigung zeigt in radialer Richtung zu reissen.

Wenden wir uns nun wieder zur eigentlichen Zonula, so tritt zunächst die Frage an uns heran, die zuerst von Brücke aufgeworfen wurde, ob die vermeintlichen Fasern derselben nicht in Wirklichkeit Falten seien. Wie oben erwähnt, leugnet Brücke die Existenz von Fasern. Dass die Zonula stark gefaltet ist, wird wohl Niemand in Abrede stellen. Aber auch davon kann man sich bald überzeugen, dass sie wirkliche Fasern enthält. Flächenansichten sind zur Entscheidung dieser Frage wenig brauchbar, da es hier oft sehr schwierig ist, mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob wir es mit einer Faser oder einer Falte zu thun haben. Beide Gebilde können unter Umständen sich täuschend ähnlich sehen. Es wird deshalb nothwendig, sich Querschnitte durch die Zonula in der Richtung senkrecht auf die Radien zu verschaffen. An solchen Präparaten erkennt man leicht, dass die radiäre Streifung der Flächen-

ansichten der Zonula nicht bloss der Ausdruck feiner Falten ist. Es finden sich vielmehr auf dem Querschnitt entsprechend den Fasern der Flächenansicht Verdickungen der Membran, die ohne bestimmte Grenze in die nicht verdickten Theile übergehen. Es geht daraus hervor, dass die Zonulafasern wirklich existiren, dass sie aber nicht aus der sie tragenden Membran isolirbare, von ihr chemisch und physikalisch verschiedene Gebilde sind, sondern einfache radiale Verdickungen derselben darstellen. Dies Verhalten ist namentlich in der Zone des orbiculus ciliaris deutlich, wo die Fasern noch nicht so dicht liegen, wie in der Zone der Ciliarfortsätze. Im freien Theile der Zonula finden sich dagegen, wie wir unten sehen werden, wesentlich andere Verhältnisse.

Eine andere Frage, die sich nunmehr nach der Kenntniss der Beziehungen der Limitans zur Zonula leicht beantworten lässt, ist die nach dem Ursprunge der Zonulafasern. Wir haben gesehen, dass sie nicht aus der Limitans stammen, sondern stets innerhalb der Ebene der Zonula selbst verlaufen; sie müssen also in der Zonula selbst entspringen. Durchmustert man die Oberfläche derselben von der Gegend der ora serrata beginnend nach dem Linsenrande zu, so erkennt man, dass schon an der Grenze von Zonula und Hyaloidea einzelne Fasern fein zugespitzt beginnen und in radiärer Richtung zum Linsenrande ziehen. Diese feinen radiären Fasern nehmen noch innerhalb der Zone des orbiculus ciliaris, je weiter man sich von der ora serrata entfernt, beträchtlich an Zahl zu, indem zwischen den schon vorhandenen auf die geschilderte Weise zahlreiche neue entspringen. Im Anfangstheile der Zone der Ciliarfortsätze bemerkt man schon ein dichtes Gitter radiär verlaufender Fasern. Soweit ist das Bild beim Menschen und den verschiedenen Säugethieren dasselbe. Innerhalb der Zone der Ciliarfortsätze ändert es sich nun aber, indem die bisher einzeln verlaufenden Fasern zu mehr oder weniger starken Bündeln zusammentreten. Dabei entspringen aber auch hier immer noch neue Fasern in der beschriebenen Weise. Nach der Spitze der Ciliarfortsätze zu macht sich die Sonderung in einzelne distinkte Faserbündel besonders im Auge des Menschen und des Hundes recht bemerklich. Es entspricht hier immer je eines einem Faltenthale, ein anderes einem Faltenberge der Zonula. Diese Bündel geben endlich an der Spitze der Ciliarfortsätze ihre innige Berührung mit dem Ciliarkörper auf und ziehen frei zur Linsenkapsel hinüber. Beim Schweine sind sie meist nicht so compact, wie

beim Menschen und dem Hunde. Auffallend ist, dass gerade bei den Geschöpfen mit stark entwickelten kammförmigen Ciliarfortsätzen (Mensch, Raubthiere, Pferd) die Bildung compacter Bündel sehr ausgeprägt ist. Ich bin deshalb geneigt, dies mit der stärkeren Faltenbildung in Zusammenhang zu bringen; ja mir scheint die Bildung der Fasern überhaupt mit der Faltung der Membran im Zusammenhange zu stehen. So sind die Fasern in der schwach gefalteten Zonula von Embryonen noch sehr spärlich; schwach entwickelt sind sie ferner in den schwach gefalteten Theilen der Region des orbiculus ciliaris. Beim Huhn, wo die Zonula sehr breit ist und in einen äusseren ungefalteten und inneren stark gefalteten Theil zerfällt, zeigt der erstere durchaus keine Fasern. Kurz, Alles scheint dafür zu sprechen, dass die Fasern nur an solchen Stellen entstehen, die sich im Laufe des Wachsthums falten. Damit stimmt denn auch überein, dass sie, wie wir oben sahen, nur radiale Verdickungen der Zonula sind.

Ich habe nun die Zonula soweit beschrieben, wie sie mit dem Ciliarkörper verwachsen ist. Es erübrigt nun noch die Beschreibung des schmalsten Theiles derselben, welcher frei von den Ciliarfortsätzen zur Linsenkapsel hinüberzieht. Es wurde oben darauf hingewiesen, wie namentlich im Auge des Menschen und Hundes die Zonulafasern nach der Spitze der processus ciliaris hin sich zu immer dichteren Bündeln zusammengruppiren. Sobald diese Bündel frei geworden sind, nehmen sie meist ein compacteres Aussehen an. Man bemerkt, wie die das Bündel constituirenden Fasern sich immer dichter an einander legen, bis schliesslich ihre Grenzen verschwinden. Man hat dann einen platt cylindrischen, nur noch schwach gestreiften, oft auch ganz homogenen Strang vor sich, der, wie er aus dem Ciliartheile der Zonula aus einzelnen Fasern entsteht, vor seinem Ansatze an die Linsenkapsel sich auch wieder in zahlreiche schwach divergirend ausstrahlende Fasern auflöst. Solche homogenen Bündel bilden sich besonders aus den Thälern der Zonulafalten hervor; die aus den Faltenbergen hervorgehenden behalten mehr einen faserigen Bau bei, lassen aber nach der Linsenkapsel zu ihre Fasern in ganz derselben Weise ausstrahlen. Im Auge des Schweines kommt es nicht zu einer Bildung homogener Balken aus den Bündeln der Zonulafasern. Entsprechend den geringeren Falten des Strahlenblättchens erreichen hier die Bündel nur eine geringe Ausbildung.

Die verschiedenen Ansichten über die Art des Ansatzes der

Zonula an die Linsenkapsel habe ich schon in der Einleitung zusammengestellt. Der Ansatz findet, wie dies am deutlichsten Brücke beschreibt und schematisch abbildet, nicht in einer geraden Linie, sondern entsprechend den starken Faltungen der Zonula in einer stark ausgezackten statt. Während ich so, was die Gestalt der Insertionslinie betrifft, mich an Brücke anschliesse, kann ich ihm doch darin nicht beistimmen, dass dieselbe auf die hintere Linsenkapsel übergreife. Ich finde vielmehr, dass beim Menschen die tiefsten Ansatzstellen nicht nach hinten über den Linsenrand hinausgehen, sondern höchstens mit diesem zusammenfallen. Auf der hinteren Linsenkapsel inserirt sich kein Theil der Zonula, wie dies schon F. E. Schulze[1]) angiebt. Ganz ähnlich sind die Verhältnisse beim Hunde. Beim Schweine erreicht die Insertionscurve mit ihren tiefsten Zacken nicht einmal den Linsenrand, sondern hält sich selbst an diesen Stellen, die dem Ansatze der Faltenthäler entsprechen, stets noch etwa 1 mm. vom Linsenrande entfernt. Die Ausbuchtungen der Insertionscurve sind hier entsprechend der geringeren Faltung viel geringer, als beim Menschen und beim Hunde.

Was nun die Art des Ansatzes der Zonula innerhalb der so eben genauer bezeichneten Linie betrifft, so müssen wir uns erinnern dass wir von der Spitze der Ciliarfortsätze an kein einfaches, radiär gefaltetes Bändchen mehr vor uns haben, sondern dass dasselbe sich in zahlreiche radiär verlaufende Faserbündel auflöst, gleichsam zerschlitzt wird, die nun ihre feinen Fasern zu der bezeichneten Insertionsstelle hin ausstrahlen lassen. Diese Ausstrahlungen machen aber die Faltungen immer noch mit. So erhalten wir ein zierliches aus feinen Fasern gebildetes Gitter, das fast ununterbrochen von Berg zu Thal, von Thal zu Berg u. s. f. sich verfolgen lässt. Auf der vorderen Linsenkapsel selbst verlaufen die feinen Fasern wieder rein radiär. Sie haben hier wieder ein ganz ähnliches Aussehen, wie die Zonulafasern gleich nach ihrem Ursprunge in der Gegend der ora serrata und lassen sich oft noch sehr weit über die vordere Linsenkapsel verfolgen, in deren Substanz sie sich, immer feiner und feiner werdend, allmählig verlieren. Es findet also eine Verschmelzung der Zonulafasern mit der Kapsel statt. Selbstverständlich werden die Fasern, welche den Faltenbergen entsprechen, auch am

1) l. c. p. 496.

weitesten vorn auf der Kapsel sich inseriren und am weitesten über dieselbe hin zu verfolgen sein. Einen guten Ueberblick über diese Verhältnisse erhält man, wenn man an Augen aus Müller'scher Flüssigkeit einen Sector der vorderen Linsenkapsel vorsichtig vom Centrum nach der Peripherie hin abzieht in Verbindung mit dem entsprechenden Stücke Zonula und nun flach auf dem Objektträger ausbreitet. Man erkennt dann, dass das Gitterwerk der feinen Fasern seinen Ansatz in einer Zickzacklinie findet. Henle giebt in seiner Anatomie eine vortreffliche Abbildung dieser Verhältnisse [1]), ist aber der Meinung, dass die weniger weit ausstrahlenden Fasern auf der hinteren Linsenkapsel ihr Ende finden. Da sich bei der Herstellung solcher Präparate meist noch ein Stück der hinteren Linsenkapsel mit abhebt, so sind begreiflicher Weise dieselben wenig geeignet, die Frage zu entscheiden, ob sich Fasern auf der hinteren Kapsel ansetzen, weil man hier die Lage des Linsenrandes meist nicht genau bestimmen kann. Dazu muss man sich vielmehr in Müller'scher Flüssigkeit erhärteter isolirter Linsen bedienen, an denen noch ein schmaler Saum der Zonula erhalten ist. An solchen Präparaten ist die zickzackförmige Insertionslinie schon makroskopisch klar zu erkennen, und überzeugt man sich leicht, dass sie nicht nach hinten über den Linsenrand hinausreicht.

Ich sagte oben, dass die Zonula, soweit sie frei von den Ciliarfortsätzen zur Linsenkapsel hinüberzieht, nicht mehr eine radiär gefaltete Membran darstelle, sondern in zahlreiche radiär verlaufende Faserbündel sich auflöse, zerschlitzt werde. Es finden sich somit zwischen den Balken und den aus ihnen hervorgehenden feinen Fasern feinere und gröbere Spalten, durch welche der canalis Petiti nothwendig mit der hinteren Augenkammer communiciren muss. Die Hauptbeweise für diese Darstellung werde ich erst unten bei Besprechung der Injectionsresultate vorbringen können. Ich werde dort auch die Thatsache, die man vor Allem gegen die Existenz von Oeffnungen angeführt hat, dass nämlich nach Injection von Luft in den Kanal dieselbe darin zurückgehalten werde, näher besprechen. Hier mögen folgende Bemerkungen zu Gunsten der eben gegebenen Beschreibung Platz finden. An ganz frischen Präparaten von Schweins- oder Hunde-Augen gelingt es leicht, die Balken zu isoliren; diese stellen dann auf dem optischen Querschnitt überall scharf begrenzte

1) Eingeweidelehre p. 672. Fig. 521.

kreisrunde oder abgeplattete Gebilde dar, die von Resten einer etwa anhaftenden Membran keine Spur erkennen lassen. Hier kann man aber offenbar nicht einwenden, dass die verbindende Substanz aufgelöst sei, da wir es hier mit ganz frischen Theilen zu thun und kein chemisches Mittel zur Isolation angewandt haben. Sodann sieht man an solchen Präparaten, wo ein Sector der Linsenkapsel mit dem entsprechenden Stücke Zonula isolirt ist, wenn man dieselben nicht sorgfältig auf dem Objektträger ausgebreitet hat, sondern hat Falten bilden lassen, dass Fasern und Faserbündel merkwürdig durcheinander gewirrt sind in einem Grade, wie es nicht möglich wäre, wenn sie zu einer Membran vereinigt wären. Besonders gross ist das Fasergewirr an derartigen Präparaten vom Auge des Pferdes. Man wäre auch wohl kaum darauf gekommen, diese Faserbündel als zu einer Membran vereinigt zu beschreiben, wenn nicht eben das Bild des canal godronné für die meisten Forscher massgebend gewesen wäre. Aus der genauen anatomischen Untersuchung ergiebt sich kein Anhaltspunkt für die Existenz einer geschlossenen Membran, und finde ich auch nirgends erwähnt, dass man eine solche wirklich dargestellt habe. Immer werden nur Fasern und Faserbündel beschrieben und abgebildet und dieselben unwillkürlich im Gedanken zu einer Membran verbunden.

Soviel über Ursprung, Verlauf und Ansatz der Zonulafasern. Ueber die chemische Natur derselben habe ich dem Bekannten[1]) nichts Neues hinzuzufügen. Dagegen muss ich hier noch einige Bemerkungen über die eigenthümlichen quergestreiften Fasern der Zonula folgen lassen, die meines Wissens zuerst von Finkbeiner beschrieben sind und später von Heiberg[2]) für quergestreifte Muskelfasern erklärt wurden. Auch ich fand dieselben häufig in der Zonula des Menschen, Hundes und Pferdes. Sie stimmen hier in allen Eigenschaften überein mit den aus der Vereinigung vieler Fasern hervorgegangenen homogenen oder schwach längsgestreiften Balken und fasern sich schliesslich ganz in derselben Weise aus, wie jene. Was sie davon unterscheidet, ist nur die eigenthümliche matte Querstreifung, welche besonders an Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit deutlich wird. An solchen sieht man trübe Bänder von wech-

1) Vergl. Henle l. c. p. 672.

2) Zur Anatomie und Physiologie der Zonula Zinnii. Archiv. f. Ophthalmologie, Bd. 11, Abth. 3.

selnder Breite in querer Richtung die einzelnen Balken durchsetzen. Meist folgen diese Querbänder in regelmässigen Abständen auf einander, zuweilen sind sie unregelmässig vertheilt; nie sind sie aber von einem scharfen Contur begrenzt, und erinnert überhaupt diese Zeichnung durchaus nicht an die Bilder, welche wir von quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere kennen. Wo die Balken sich auszufasern beginnen, hört die Streifung allmählig auf, indem sie immer undeutlicher und unvollständiger wird. Kerne habe ich nie auf den Balken oder Faserbündeln wahrgenommen. Gegen Reagentien verhalten sich die quergestreiften Balken im Wesentlichen so wie gewöhnliche Zonulafasern. Ebenso wie diese zeichnen sie sich durch eine grosse Resistenz gegen Essigsäure aus. Sie quellen nur etwas in diesem Reagens, wobei die Querstreifung undeutlich wird und endlich verschwindet. Nach dem Gesagten ist die Annahme Heiberg's, dass man es hier mit quergestreiften Muskelfasern zu thun habe, entschieden zurückzuweisen, wie dies auch schon von anderen Forschern[1]) geschehen ist. Die betreffenden Gebilde verhalten sich vielmehr, was ihre Entstehung und Endigung betrifft, genau so wie andere Zonulabalken. Auffallend bleibt aber immerhin die Querstreifung, über deren Natur ich leider wenig aussagen kann. Nur davon habe ich mich überzeugt, dass dieselbe nicht etwa durch Zickzackbiegungen der Balken vorgetäuscht wird. Man muss also annehmen, dass die letzteren hinter einander abwechselnd dichter und dünner gefügte Theile enthalten.

Die Fasern und die aus diesen entstehenden Balken sind nicht die einzigen Formelemente, welche man in der Zonula antrifft. Wir finden darin noch Zellen und eigenthümliche knollige Bildungen. Was erstere betrifft, so ist ihre Vertheilung bei den verschiedenen Thieren eine verschiedene. Sie finden sich nur in den Theilen der Zonula, wo diese noch eine wirkliche Membran darstellt, also nicht auf den frei gewordenen Faserbündeln und Balken. Am reichlichsten sind sie innerhalb der Zone des orbiculus ciliaris anzutreffen. Hier stellen sie beim Schwein platte Gebilde mit grossem Kern und spärlichem Zellkörper dar, die unregelmässig innerhalb der Membran vertheilt sind. In der Membrana limitans scheinen keine zelligen Elemente zu existiren; doch muss ich gestehen, dass meine Untersuchungen, gerade was diese Frage anbetrifft, unvollständig

1) Vergl. F. E. Schulze, l. c. p. 487.

geblieben sind. Ich unterlasse es daher, auf die verschiedenen Formen der zelligen Gebilde und ihre verschiedene Vertheilung beim Menschen und den Säugethieren näher einzugehen.

Als eine andere Reihe von Formelementen der Zonula nannte ich oben knollige Gebilde. Ich habe dieselben bisher nur im Auge des Schweins gefunden, wo sie zu den regelmässigen Vorkommnissen zu gehören scheinen. Hier finden sich meist zu radiären Zügen angeordnet, namentlich in der Zone des orbiculus ciliaris eigenthümliche Haufen kleiner glänzender eckiger farbloser Körperchen (Fig. 35), die beim ersten Anblick sehr an Kalk-Concremente erinnern. Allein sie unterscheiden sich davon wesentlich durch ihre Reactionen. In Essigsäure, Salzsäure, Kalilauge sind sie unlöslich; durch Jod färben sie sich dunkelgelb bis gelbbraun, während die Zonulafasern durch diese Substanz gar nicht oder nur matt gefärbt werden. Am meisten Aehnlichkeit haben sie mit den kürzlich von Bollinger[1]) beschriebenen Körperchen in den feinen Arterien des Intestinaltractus bei Pferden, womit sie namentlich in den Haupt-Reactionen übereinzustimmen scheinen. Ich habe die von Bollinger beschriebenen Gebilde gelegentlich meiner Untersuchungen über das Auge auf der Intima der vorderen Ciliararterien des Pferdes aufgefunden und kann keinen Unterschied zwischen ihnen und den Körner-Conglomeraten der Zonula angeben, als dass erstere meist nicht aus kleinen eckigen Körperchen, sondern aus wenigen grösseren knolligen Massen bestehen. Ich bin aber ebensowenig wie Bollinger im Stande, etwas über die Bedeutung dieser Bildungen anzugeben. Vielleicht sind sie verwandt mit den verschiedenen Formen von Knollen und Concrementen, wie sie von H. Müller genauer von den Glashäuten des Auges beschrieben sind. Namentlich die Knollen, die an der Glaslamelle der Chorioides aufzutreten pflegen, stimmen, wenigstens was ihr chemisches Verhalten betrifft, auffallend mit den beschriebenen Gebilden der Zonula und den Bollinger'schen Körperchen überein. Nicht ohne Wichtigkeit ist gewiss auch, dass alle diese Formelemente sich nur auf elastischen Häuten und den ihnen chemisch verwandten Glashäuten vorfinden. Vielleicht giebt die Entwicklungsgeschichte Aufschluss über ihre Bedeutung. Die Vermuthung Bollinger's, dass man es an der Intima der Arterien

---

1) Ueber eigenthümliche Körperchen in den feinen Arterien des Intestinaltractus bei Pferden. Virchow's Archiv Bd. 47.

mit parasitären Bildungen zu thun habe, scheint mir ungerechtfertigt.

Injectionen in den canalis Petiti.

Wie schon im Anfange dieses Kapitels erwähnt wurde, erhält man eine vollständige Füllung des Petit'schen Kanales durch Einstichs-Injection in die vordere Augenkammer. Am geeignetsten sind dazu Schweinsaugen, da hier nur in seltenen Fällen bei dem genannten Verfahren eine Füllung des Kanales nicht erzielt wird. An den wenigen menschlichen Augen, die mir zu Gebote standen, gelang eine Injection des Kanals ebenfalls sehr leicht. Schwieriger dagegen erwies sich die Füllung an den Augen des Hundes und Kaninchens.

Ist die Injection, sei es mit Berliner Blau, sei es mit Karminleim, ausgeführt, so bringe man die Augen 24 Stunden lang in Alkohol, bevor man sich durch Eröffnen des Augapfels vom Gelingen des Versuchs überzeugt. An Augen, die in Alkohol gelegen haben, lassen sich nämlich Glaskörper, Linse und Zonula in ihrer natürlichen Verbindung sehr leicht vom corpus ciliare ablösen, so dass man den gefüllten Petit'schen Kanal unverletzt erhält.

An solchen Präparaten gewährt dann der letztere einen sehr zierlichen Anblick. Im günstigsten Falle zeigt er sich in seiner ganzen Breite bis zur Vereinigungsstelle seiner beiden Grenzblätter an der ora serrata überall mit blauer Masse gefüllt und erscheint so als ein die Linse umsäumender blauer Ring. Dass die Injectionsmasse wirklich im Petit'schen Kanale und nicht etwa aussen auf der Zonula liegt, davon überzeugt man sich leicht an Schnitten, welche in radialer Richtung durch Zonula und Linsenrand auf die beschriebene Weise injicirter Augen geführt sind. Man erkennt dann ohne Mühe, dass die blaue Masse zwischen der Zonula und der die fossa patellaris auskleidenden Fortsetzung der Hyaloidea gelegen ist. Der erwähnte blaue Ring um den Linsenrand entsteht also durch die Anfüllung des canalis Petiti mit dem Berliner Blau. Ueber die ora serrata hinaus dringt, ganz entsprechend den oben festgestellten Grenzen des Kanales, die Injectionsmasse nicht, sondern hört daselbst mit leicht gezacktem oder gekerbtem Rande auf. Verfolgt man sie von hier nach dem Linsenrande zu, so sieht man, dass sie eine immer dickere Lage bildet und unmittelbar am Lin-

senrande ihre grösste Dicke und Farben-Intensität erreicht. Ueber den Linsenrand hinaus sendet sie zahlreiche mehr oder weniger weit hervorstehende blaue Spitzen. Ein dunkelblauer schmaler Ring um den Linsenrand herum entspricht den tiefsten Partieen des Kanals, welche nach vorn vom freien Theile der Zonula begrenzt werden. Die ganze übrige Oberfläche des blau gefüllten Kanales ist dagegen wie mit einem grauen Schleier bedeckt, der vereinigten Zonula und Limitans. Auf der Oberfläche der letzteren bleiben auch bei dieser Präparationsweise meist Reste des schwarzen Pigments in Gestalt radialer Streifen zurück (vergl. Fig. 6).

Das eben geschilderte Bild entpricht den Verhältnissen, wie man sie beim Menschen, dem Hunde und Schweine findet. Beim Kaninchen trifft man die Injectionsmasse meist nur dicht am Linsenrande. Die folgenden Angaben haben zunächst nur für das Auge des Schweines Gültigkeit, da ich mir nur von diesem Thiere die zur Untersuchung nothwendige Zahl von Augen leicht verschaffen konnte.

Nicht in allen Fällen erhält man hier nach Injection in die vordere Augenkammer eine vollständige Füllung des Petit'schen Kanales. In Fig. 6 habe ich einen Fall abgebildet, wo der Kanal zwar im ganzen Umkreise der Linse, aber nicht in seiner ganzen Breite gefüllt ist. Zuweilen beschränkt sich die Injection nur auf einen Theil des ringförmigen Kanales. In anderen Fällen ist derselbe dagegen sehr prall injicirt, ohne dass eine Zerreissung seiner Wände eingetreten wäre. Zunächst dringt dann die Masse zwischen hinterer Linsenkapsel und hinterer Grenzhaut des Kanals auf die hintere Linsenfläche, wobei die letztere Haut oft so weit von der Linsenkapsel abgehoben wird, dass man bei der Ansicht von hinten nur noch einen kleinen centralen Theil der Linse nicht von blauer Masse bedeckt sieht. War dagegen die Verwachsung der beiden Häute eine festere, so wird bei praller Injection die hintere Grenzmembran nach hinten getrieben, so dass ein mit blauer Masse gefüllter Sack vom canalis Petiti aus nach hinten in den Glaskörper hineinragt. Ist die Ausdehnung eine mässige, so bildet die hintere Grenzmembran noch die Grenze des Sackes gegen den Glaskörper; sie scheint demnach eine grosse Dehnbarkeit zu besitzen. War die Füllung jedoch zu stark, so reisst diese Membran, oder, was noch häufiger ist, es wird durch die Injectionsmasse an einer Stelle der ora serrata die Zonula von ihrer Ursprungsstelle aus der Hyaloidea abgelöst, so dass man ein Extravasat zwischen Retina und Hyaloidea vor-

findet, das sich nicht selten bis in die Nähe der Eintrittsstelle des Opticus erstreckt. In einigen wenigen Fällen beobachtete ich sogar ein Extravasat zwischen Retina und Chorioides, so dass dadurch eine partielle Ablössung der Netzhaut herbeigeführt war. Doch betraf dies Augen, welche nicht mehr ganz frisch waren, und konnte ich hier über den Weg, den die Masse von der vorderen Augenkammer aus bis unter die Retina genommen hatte, nicht in's Klare kommen.

Begreiflicher Weise geben uns die Bilder, welche man vom canalis Petiti durch Injection von Berliner Blau oder Karminleim in die vordere Augenkammer erhält, keinen Aufschluss über die Grösse seines Lumen bei normalen Füllungsverhältnissen. Sie belehren uns nur über seine grösstmögliche Ausdehnung sowohl in der Richtung nach der ora serrata hin, als nach der hinteren Linsenfläche zu. Nur soviel lässt sich noch aus jenen Präparaten entnehmen, dass das Lumen des Kanales dicht am Linsenrande am grössten sein muss. Um nun eine so pralle Füllung, wie man sie durch die genannten Injectionsmassen erzielt, zu vermeiden, machte ich einige Injectionen in die vordere Augenkammer mittelst einer 1procentigen Silbernitratlösung. Der Kanal wird auf diese Weise durch die sich in ihm bildenden Niederschläge in seinem ganzen Umfange sichtbar, ohne ausgedehnt zu werden. Solchen Präparaten zu Folge — und ich glaube, dass sie die natürlichen Verhältnisse annähernd wiedergeben — liegen die beiden Begrenzungsblätter des Kanales von der ora serrata an bis etwa zur Mitte der Zonula ziemlich dicht an einander, nur eine feine Spalte zwischen sich lassend. Ungefähr in der Mitte der Zonula beginnt das hintere Blatt sich allmählig mehr und mehr von derselben abzuheben, zur hinteren Fläche der Linse hinüberziehend, wo es sich etwa ebenso weit vom Rande der Linse an der hinteren Kapsel inserirt, wie die am weitesten gehenden Faserbündel der Zonula an der vorderen. Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass die Weite des Kanales in der Richtung von vorn nach hinten dicht am Linsenrande am beträchtlichsten sein muss. In Fig. 5 habe ich versucht, die betreffenden Verhältnisse, wie sie die Untersuchung von menschlichen Augen ergiebt, schematisch darzustellen. Auf der einen Seite des abgebildeten Meridionalschnitts ist ein Zonulathal, auf der andern ein Zonulaberg getroffen.

Anführen will ich hier noch, dass man sich auch leicht Abgüsse des Kanals bereiten kann, wenn man an gut erwärmten Augen eine

Paraffinlösung durch Einstich in die vordere Augenkammer spritzt. Die Paraffinlösung dringt sehr leicht in den Petit'schen Kanal, denselben meist allerdings nur bis auf $^2/_3$ seines Umfanges füllend Solche Präparate gewähren selbstverständlich keinen Aufschluss über die natürliche Ausdehnung des Kanales; sie geben aber seine den Zonula-Falten entsprechenden zahlreichen radiären Ausbuchtungen sehr gut wieder und sind in dieser Beziehung instructiv.

Die wichtigste Frage, die ich noch zu beantworten hätte, ist nun die: Wie gelangt die Injectionsflüssigkeit aus der vorderen Augenkammer in den Petit'schen Kanal? So leicht, wie das geschilderte Resultat zu erzielen war, so schwierig war es mir, diese Frage zu beantworten. Dazu trug wohl vor Allem die Meinung bei, dass der canalis Petiti nach der hinteren Augenkammer zu vollständig abgeschlossen sei. Ferner schien schon die Iris, die sich ja nach den Untersuchungen von Helmholtz[1]) mit ihrem Pupillarrande dicht auf die vordere Linsenfläche auflegt, einen Durchtritt zwischen Linse und Pupillarrand zu verbieten. Bei Zunahme des Druckes in der vorderen Augenkammer, so glaubte ich anfangs, müsste dieser Abschluss ein noch festerer werden, da dann der Pupillarrand fest auf die vordere Fläche der Linse aufgedrückt würde. Zu dieser Annahme veranlassten mich namentlich Bilder, die ich an injicirten Schweinsaugen häufig erhielt, wo ein der Grösse der Pupille entsprechender blauer Fleck auf der vorderen Linsenfläche bemerkt wurde, der genau da, wo der Pupillarrand auflag, scharf begrenzt aufhörte, während die Randpartieen der Linse farblos geblieben waren und die Injectionsmasse sich erst wieder im Petit'schen Kanale vorfand. Auf Grund dieser Präparate nun äusserte ich mich in meiner citirten vorläufigen Mittheilung dahin, dass der canalis Petiti nicht durch die capillare Spalte zwischen Pupillarrand und Linse mit der vorderen Augenkammer communicire, sondern auf irgend einem anderen Wege damit in Verbindung stehe, den ich noch nicht hatte ermitteln können. Ich dachte anfangs, es möchte diese Verbindung beim Schwein durch das tief in den Ciliarkörper hinein dringende leicht injicirbare Lückensystem hergestellt werden, das ich oben beschrieben habe. Nie gelang es mir aber von dieser Gegend aus blaue Masse bis zum canalis Petiti zu verfolgen. Dieselbe wurde stets noch durch die Pigmentschicht, die pars ciliaris retinae und Zonula

1) Physiologische Optik p. 14 ff.

vom Kanale getrennt. Ebenso wenig konnte ich an den Augen anderer Thiere einen anderen Communicationsweg zwischen vorderer Augenkammer und Petit'schen Kanale ermitteln. Es blieb somit nur die einzige Möglichkeit, dass die Injectionsmasse doch zwischen Pupillarrand und Linse nach hinten in den Petit'schen Kanal gedrungen sei, und ergab denn auch eine genaue Untersuchung der Zonula die Existenz feiner Spalten in derselben am Linsenrande.

Um nun zunächst diese Angabe auch noch durch das Experiment sicher zu stellen, machte ich einige Injectionsversuche in den Petit'schen Kanal selbst, doch nicht mit Luft, wie die früheren Forscher, sondern mit gelöstem Berliner Blau. Natürlich durften dazu nur ganz frische Augen benutzt werden und musste das zur Injection dienende Präparat höchst sorgfältig angefertigt sein, damit keine Zerreissungen der Zonula eintraten. Es wurden zu dem Zweck an frischen Schweinsaugen Cornea und Iris möglichst vorsichtig entfernt und dann durch Einstich nicht weit vom Linsenrande Berliner Blau direkt in den Petit'schen Kanal injicirt. Das übereinstimmende Resultat vieler auf diese Weise angestellter Versuche war, dass die injicirte Flüssigkeit alsbald innerhalb der oben ausführlich beschriebenen schmalen Zone dicht am Linsenrande aus dem Kanale hervorquoll. Es gelang deshalb auf diese Weise immer nur, einen Theil des Kanals zu füllen Da die Präparate ganz frisch waren, so konnte man es nicht mit postmortal durch Lösung einer Kittsubstanz entstandenen Oeffnungen zu thun haben; andererseits sprach die Regelmässigkeit, mit welcher die Masse stets nur an der erwähnten Stelle den Kanal verliess, dagegen, dass jene Oeffnungen durch Verletzungen bei der Präparation entstanden seien. Auch an Augen, die einige Tage in Alkohol gelegen haben, bei denen sich, wie ich oben bereits erwähnte, Glaskörper, Linse und Zonula äusserst leicht im Zusammenhange ablösen lassen, gelingt es leicht, sich von obigen Angaben zu überzeugen. Auch hier verlässt die injicirte Flüssigkeit den Kanal alsbald dicht an und über dem Linsenrande.

Dass ältere Beobachter, wie z. B. Hueck[1]) nach Einspritzung gefärbter Leimmassen in den Kanal keinen Austritt derselben beobachteten, kann uns nicht wundern, wenn wir bedenken, wie wenig geeignet die damals gebräuchlichen Injectionsmassen waren, um durch feine Kanälchen zu dringen. Dasselbe lässt sich vom Quecksilber

---

1) l. c. p. 106.

sagen, das von Brücke[1]) zu diesem Zweck angewandt wurde. Noch weniger beweisend ist eine andere Thatsache, die man als gegen die Existenz von Oeffnungen des Kanals sprechend noch bis auf die neuste Zeit hervorgehoben hat. Wenn man Luft in den Petit'schen Kanal einbläst, so wird dieselbe bekanntlich längere Zeit darin zurückgehalten. Ich habe oft dies Experiment ausgeführt und in der Erscheinung des »canal godronné« nichts gegen die Existenz von Oeffnungen Sprechendes gefunden. Ich benutzte zum Aufblasen gewöhnlich eine mit Luft gefüllte und mit einer Stichkanüle versehene Injectionsspritze. Man erkennt alsbald, dass die Luft nur in den mittleren und peripherischen Theilen des Kanales zurückgehalten wird, indem sie hier die weniger resistenten den Faltenthälern entsprechenden Theile der Zonula buckelförmig hervorstülpt, während die Faltenberge Widerstand leisten, da sie ja, wie wir oben sahen, stärkere Faserzüge enthalten und ausserdem noch die Reste der Limitans tragen.[2]) Am Linsenrande wird dagegen nie Luft zurückgehalten, weil sie hier sofort durch die dort befindlichen Oeffnungen nach oben entweichen kann, während sie daran im mittleren Theile der Zonula verhindert wird. Man wird aber nicht erwarten können, dass die Luft, die sich hier in blasenförmigen, stets über das Niveau der Oeffnungen des Kanals sich erhebenden Ausstülpungen befindet, seitlich und nach unten durch eben jene Oeffnungen entweiche. Dies könnte nur dann geschehen, wenn sie innerhalb des Kanals eine sehr hohe Spannung besässe, was in Wirklichkeit nicht der Fall ist. Wenn man dagegen den Petit'schen Kanal durch Einstich dicht am Linsenrande mit Luft zu füllen sucht, so gelingt dies selbstverständlich nicht, da die Luft direkt durch die Oeffnungen entweicht. Will man einen canal godronné erhalten, so muss man stets eine Stelle in der Mitte zwischen Linsenrand und ora serrata zum Einführen des Tubulus oder der Stichkanüle wählen.

Als eine weitere Stütze meiner Angaben möge noch folgender Versuch dienen. Ich erzielte an einem auf die öfter erwähnte Weise erhaltenen Präparate einen canal godronné, der die Luft beharrlich zurückhielt. Nachdem ich mich hiervon überzeugt hatte, sog ich die Luft mit der Spritze wieder auf, zog die Kanüle heraus und injicirte nun durch dieselbe Einstichsöffnung eine Lösung von Ber-

1) l. c. p. 67. Anm. 55.

2) Vergl. E. Brücke l. c. p. 34.

liner Blau, die alsbald am Linsenrande hervorquoll. Dieser Versuch zeigte deutlich, dass das Zurückbleiben der Luft im Kanal kein Beweis gegen die Existenz von Oeffnungen in der Zonula ist. Bleibt doch die Luft im mittleren Theile des Kanals sogar zurück, wenn man die dicht am Linsenrande befindlichen Theile der Zonula arg verletzt hat!

Nach dem eben Gesagten scheint mir nun kein Zweifel mehr darüber zu bestehen, dass der canalis Petiti wirklich dicht am Linsenrande offen ist und hier durch feine spaltförmige Oeffnungen zunächst mit der hinteren Augenkammer[1]) communicirt. Ich kann noch anführen, dass ich auch durch Injection in die letzere eine Füllung des Kanals erzielte. Zu diesem Zwecke wurde die Stichkanüle zunächst durch die Mitte der Cornea in die vordere Augenkammer eingestossen und dann vorsichtig zwischen Linse und Pupillarrand der Iris geschoben. Der Petit'sche Kanal zeigte sich dann stets so schön gefüllt, wie bei Injection in die vordere Augenkammer.

Es bliebe nun nur noch zu erklären, wie die Injectionsflüssigkeit aus der vorderen Augenkammer in die hintere gelange, unter welchen Bedingungen ihr der Durchtritt zwischen Linse und dem dieser fest aufliegenden Pupillarrande der Iris gestattet ist.

Ich entdeckte bald, dass dabei Alles auf den Druck ankommt, unter welchem man die Injectionsmasse in die vordere Augenkammer hineintreibt, dass bei einem Drucke, wie er im normalen Zustande in der vorderen Augenkammer herrscht, keine Füllung des Kanales eintritt, dass vielmehr in diesem Falle die Iris einen ven-

1) Unter hinterer Augenkammer verstehe ich hier mit Hensen und Völckers (Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. 1868. p. 21) den ringförmigen Raum zwischen hinterer Irisfläche und den Ciliarfortsätzen. Derselbe enthält nach den Untersuchungen der genannten Forscher Flüssigkeit, welche Beobachtung mit den Angaben von Budge (Bewegung der Iris 1855, p. 8) übereinstimmt, der in gefrorenen Augen daselbst Eis vorfand. Uebrigens scheint das Lumen derselben ein sehr wechselndes zu sein, keines Falls so gross, wie in Fig. 6, Taf. II. von Hensen und Völckers. Nach Henke (l. c.) stellt die hintere Augenkammer nur eine capillare Spalte vor. Wie dem aber auch sein mag, jedenfalls existirt zwischen hinterer Irisfläche und den Ciliarfortsätzen ein Raum, der sich je nach den Umständen mehr oder weniger mit Flüssigkeit füllen kann und durch eine zwischen Pupillarrand der Iris und vorderer Linsenkapsel befindliche capillare Spalte mit der vorderen Augenkammer communicirt.

tilartigen Verschluss bildet, der erst bei Steigerung des Druckes überwunden wird. Ich habe, um die Abhängigkeit der Füllung des Kanales vom Drucke kennen zu lernen, mehrere Versuche an frischen Schweinsaugen gemacht, denen ich Berliner Blau unter den verschiedensten Drücken in die vordere Augenkammer injicirte.

Es ergab sich dabei zunächst, dass der Petit'sche Kanal von Augen, die sich noch in der Orbita eines eben getödteten Thieres befinden, viel schwerer sich injiciren lässt, als der exstirpirter frischer Augen. Er lässt sich aber im ersteren Falle durch allmählige Steigerung des Druckes wohl injiciren, wie ich dies bei Hunden wiederholt ausgeführt habe. An exstirpirten Schweinsaugen dagegen tritt die Füllung des canalis Petiti viel leichter und schon bei niedrigem Druck ein. Hier blieb eine solche nur in den Fällen aus, wo der angewandte Druck weniger als 20 mm. Quecksilber betrug. Dies Resultat wurde jedoch nur an ganz frischen Augen erzielt. Waren letztere mehrere Stunden alt, so gelang mir eine Füllung des Kanales selbst bei einem noch niedrigeren Drucke (10 mm. Quecksilber). An frisch exstirpirten Augen dagegen tritt regelmässig Füllung des Petit'schen Kanales ein, sobald der Druck, unter welchem die Injectionsmasse steht, höher als 20 mm. ist. Die Wände des canalis Petiti können dabei einen sehr hohen Druck vertragen, ohne zu zerreissen. Erst wenn der Druck 212 mm. Quecksilber überstieg, fand sich constant ein Extravasat im Glaskörper vor, wobei es gleichgültig war, ob man gleich zu Anfang des Versuchs diesen hohen Druck hatte einwirken, oder ihn von 10 mm. an ganz allmählig bis auf 250 mm. anwachsen lassen.

Wie haben wir uns nun das Gelingen der Injection bei Steigerung des Druckes zu erklären? An Zerreissungen oder dergleichen haben wir offenbar nicht zu denken, da man wohl kaum annehmen wird, dass ein Druck von 20 mm., bei welchem man schon Füllung des Kanals erzielen kann, gewaltsame Veränderungen im Auge hervorbringt. Ich glaube, es erklärt sich die Möglichkeit der Füllung des canalis Petiti, wenn wir absehen von älteren Augen, wo offenbar die verminderte Turgescenz der Theile das Eindringen der Flüssigkeit in den Kanal erleichtert, einfach aus der Veränderung der Configuration des Augapfels beim Anwachsen des intraocularen Druckes. Bekanntlich nähert sich die Form des Bulbus bei steigendem intraocularen Drucke mehr und mehr der Kugelgestalt, indem der sog. Cornealfalz weniger eingeknickt erscheint, der Krüm-

mungsradius der Cornea ein grösserer wird, als dies bei normalen Druckverhältnissen der Fall ist. Eine Ebene, die bei einem unter normalem Drucke stehenden Augapfel durch den Cornealfalz gelegt ist, wird bei Steigerung des intraocularen Druckes offenbar ein wenig nach vorn rücken müssen; der vom Cornealfalz begrenzte Kreis innerhalb dieser Ebene wird zugleich ein grösserer werden. Indem nun auf diese Weise die Vereinigungsstelle von Cornea und Sclera nach vorn und aussen rückt, wird dadurch ein Zug auf die an ihr rings befestigte Iris ausgeübt werden, der zur nothwendigen Folge hat, dass die Regenbogenhaut ihre innige Berührung mit der vorderen Fläche der Linse aufgiebt, weil sie ebenfalls etwas nach aussen und vorn gezogen wird. Die Linse dagegen verändert ihre Lage nicht oder wird wenigstens nicht weiter nach vorn geschoben. Im Gegentheil wird derselbe Zug, den der Cornealfalz auf die Iris ausübt, zur Folge haben, dass auch die Ciliarfortsätze, die ja in inniger Beziehung zu letzterer stehen, mit nach aussen gezogen werden. Da sie nun fest mit der Zonula verwachsen sind, so wird letztere stärker gespannt werden, was dann einmal zur Folge hat, dass die Linse abgeplattet wird, sodann, dass ein geringer negativer Druck im Petit'schen Kanale entsteht, beides Momente, die eine Füllung des letzteren nur begünstigen können. Unter normalen Druckverhältnissen dagegen liegt die Iris dicht auf der vorderen Linsenfläche, einen ventilartigen Verschluss bildend; es kann dann eine Strömung der Flüssigkeit nur in der Richtung vom canalis Petiti zur vorderen Augenkammer, aber nicht in umgekehrter Richtung Statt finden.

Was endlich den oben erwähnten vom Pupillarrande der Iris begrenzten blauen Fleck auf der vorderen Linsenfläche betrifft, so ist derselbe, wie aus obigen Erörterungen und Versuchen wohl zur Genüge hervorgeht, kein Beweis gegen den von mir nunmehr festgestellten Communicationsweg zwischen vorderer Augenkammer und dem Petit'schen Kanale. Findet er sich ja nur in seltenen Fällen, und glaube ich, dass er erst durch die Einwirkung des Alkohol, der das Berliner Blau überall auf den Wänden der vorderen Augenkammer niederschlägt, entsteht, und zwar dann auf dem der Pupille entsprechenden Flecke, wenn der Pupillarrand der Iris sich in Folge der schrumpfen machenden Wirkung des Alkohols fest auf die vordere Linsenfläche anlegt, was nur selten und gewöhnlich

dann zu geschehen pflegt, wenn viel Injectionsmasse in der vorderen Augenkammer zurückgeblieben ist.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass durch Einstich-Injection in den Glaskörper es mir nie gelungen ist, den Petit'schen Kanal zu füllen. Der letztere wird vielmehr gegen den Glaskörper durch seine hintere Grenzmembran vollkommen abgeschlossen.

Schlussbemerkungen.

In der vorstehenden Abhandlung habe ich nachgewiesen, dass die vordere Augenkammer mit der hinteren und dem Petit'schen Kanale ein zusammenhängendes mit Lymphe erfülltes System bildet. Die sich in demselben ansammelnde Lymphe stammt wahrscheinlich zum grössten Theil aus der Iris und dem Ciliarkörper und gelangt durch das Lückensystem des Fontana'schen Raumes in die vordere Augenkammer hinein. Die Abzugskanäle der letzteren haben wir in den vorderen Ciliarvenen zu suchen, mit welchen die vordere Augenkammer durch Vermittelung des Schlemm'schen Kanals in Verbindung steht. Mit Hülfe dieser anatomischen Thatsachen lassen sich nun gewisse physiologische und pathologische Verhältnisse, namentlich manche der über den intraocularen Druck bekannten Thatsachen besser verstehen. Es sei mir hier gestattet, wenigstens auf einige derselben kurz einzugehen.

Zunächst werden durch die von mir vorgelegten Thatsachen unsere Ansichten über die Ausscheidung und Aufsaugung des Humor aqueus präcisirt. Wir können jetzt die Blutgefässe näher angeben, welche diese beiden differenten Verrichtungen besorgen. Die wässrige Feuchtigkeit wird gebildet durch Filtration aus den Arterien der Iris und des Ciliarkörpers und befindet sich wahrscheinlich schon in diesen Theilen innerhalb gebahnter Wege, welche die gebildete Lymphe durch das Lückensystem des Fontana'schen Raumes der vorderen Augenkammer zuführen. Ob wir im canalis Petiti und der hinteren Augenkammer ebenfalls Zuflusswege der vorderen zu suchen haben, oder ob dieselben nur Ausbuchtungen, Recesse dieses Systems darstellen, die je nach den Druckverhältnissen im Auge sich von der vorderen Augenkammer aus füllen oder in dieselbe wieder entleeren können, darüber wage ich noch kein bestimmtes Urtheil ab-

zugeben, obwohl mir nach meinen Beobachtungen die letztere Annahme nicht unwahrscheinlich ist.

Resorption des Humor aqueus findet von den vorderen Ciliarvenen aus durch Vermittelung des Schlemm'schen Kanales Statt, aber nicht in der Weise, wie man es sich bisher dachte, durch einen Filtrationsvorgang, sondern dadurch, dass die Lymphbahnen direkt in die Blutbahnen münden, wobei ich es unentschieden lasse, ob sich an der Einmündungsstelle eine Klappenvorrichtung befindet. Durch die offene Communication, welche zwischen der vorderen Augenkammer und den genannten Venen besteht, wird es allein möglich, dass bei rascher Druckzunahme in der ersteren schnell ein Ausgleich durch Abfluss einer entsprechenden Menge Humor aqueus Statt finden, dass dasselbe bei rasch sich einstellender Verkleinerung der vorderen Augenkammer erfolgen kann, während ein solcher Ausgleich bei Annahme einer langsamen Filtration in die Venen nicht gut möglich wäre.

In der That gelingt es leicht, sich durch das Experiment davon zu überzeugen, dass bei rascher Druckzunahme in den hinter dem Linsensystem gelegenen Theilen ein Theil des Kammerwassers durch die Venen abfliesst. Natürlich muss man zu dem Zweck den farblosen Humor aqueus durch eine gefärbte Flüssigkeit ersetzen. Ich verfuhr dabei so, dass ich zunächst durch Einstich-Injection die vordere Augenkammer mit einer Lösung von Berliner Blau vollkommen anfüllte, ohne jedoch die Injection so weit zu treiben, dass Venenfüllung eintrat. Die Stichcanüle blieb nun, mittelst eines Hahns verschlossen, im Stichkanale liegen. Darauf injicirte ich durch Einstich in den Glaskörper eine farblose Flüssigkeit, Jodserum oder Kochsalzlösung, um den Druck im Glaskörperraum rasch zu erhöhen. Es trat dann in manchen Fällen rasch eine Injection der Venen in der im ersten Capitel beschriebenen Weise ein, bedingt durch die Volumverminderung der vorderen Augenkammer und die Druckzunahme in derselben. In einem Falle gelang es mir auch durch Injection in den Perichorioidalraum nach vorhergehender Anfüllung der vorderen Augenkammer mit der Lösung von Berliner Blau einen Ausfluss der letzteren Masse durch die Venen zu erzielen.

Ich glaube nun, dass durch die beiden beschriebenen Versuche die Möglichkeit eines schnellen Abflusses des Humor aqueus in die vorderen Ciliarvenen bei Steigerung des Druckes in den hinteren

Theilen des Auges bewiesen ist. Selbstverständlich wird ein solcher Abfluss von Humor aqueus auch bei langsamem Anwachsen des Druckes in den hinteren Theilen des Auges erfolgen müssen. Derartige Verhältnisse finden sich beim Glaucom. Wie man auch über die erste Ursache desselben denken mag, das steht wenigstens fest, dass bei diesem Leiden eine Vermehrung der Glaskörperflüssigkeit Statt findet. Dadurch steigt der intraoculare Druck allmählig und diese Steigerung wird zum Theil compensirt durch eine Verminderung des Humor aqueus. Stellwag v. Carion[1]) erklärt die Verminderung des Kammerwassers durch die Annahme einer vermehrten Transfusion durch die Cornea. Nach meinen Untersuchungen wird man wohl viel richtiger die Abnahme des Humor aqueus darauf zurückführen, dass beim Steigen des Druckes im Glaskörperraum die vordere Augenkammer verkleinert, der Druck in derselben ebenfalls gesteigert wird, was dann zur Folge hat, dass ein entsprechendes Quantum Kammerwassers durch die vorderen Ciliarvenen den Augapfel verlässt. Jedenfalls ist der letztere Weg viel leichter passirbar, als die Cornea.

Der oben beschriebene Versuch, durch welchen ich die Möglichkeit eines raschen Abflusses eines Theiles des Humor aqueus bewiesen habe, scheint mir nun namentlich für das Verständniss der intraocularen Druckverhältnisse während der Accommodation von grosser Wichtigkeit zu sein. Wie wir durch die Untersuchungen von Hensen und Völckers[2]) wissen, erleidet der intraoculare Druck während der Accommodation für die Nähe keine merkbaren Veränderungen. Die geringen Schwankungen, welche zuweilen beobachtet werden, liegen innerhalb der Fehlergrenzen des Versuchs. Wenn nun die vordere Augenkammer keine bequemen Abflusswege hätte, wenn der Humor aqueus, wie er sich durch Transsudation aus dem Blute bildet, wieder durch Filtration in die Blutgefässe hinein oder gar durch die Cornea seinen Abfluss fände, dann wäre eine so schnelle Ausgleichung des Druckes bei den Accommodations-

1) Der intraoculare Druck und die Innervations-Verhältnisse der Iris. Wien 1868. p. 38.

2) Medicinisches Centralblatt 1866. Nr. 46. p. 722; Experimentaluntersuchung über den Mechanismus der Accommodation. Kiel 1868. p. 40. Vergl. auch Adamük, Medic. Centralblatt 1866. p. 561 u. 1867. p. 435; ferner Stellwag von Carion l. c. p. 16.

bewegungen unmöglich, es müsste eine merkliche Zunahme des intraocularen Druckes Statt finden.

Um diese Behauptung zu beweisen, muss ich auf den Mechanismus der Accommodation kurz eingehen, soweit dadurch die intraocularen Druckverhältnisse modificirt werden. Wir wir durch Hensen und Völckers wissen, wird bei der Contraction des Ciliarmuskels die Chorioides nach vorn gezogen; sie wird von ihrem ganzen vorderen Umfange aus enger um den Glaskörper zusammengezogen und dadurch der letztere unter einen höheren Druck gesetzt. Zugleich erfolgt bekanntlich, namentlich durch die Wirkung der Ringfasern vermittelt, Erschlaffung der Zonula, die ihrerseits wieder die von Helmholtz und Cramer entdeckte Gestaltveränderung der Linse zur Folge hat. Es erfolgt eine stärkere Wölbung und ein Vortreten der vorderen Linsenfläche, welche Bewegung natürlich die dieser Fläche dicht aufliegende Iris mitmacht. Alle diese Bewegungen sind nun vom grössten Einfluss auf die Blut- und Lymph-Circulation im Bulbus. Dadurch, dass die Chorioides von der Sclera abgehoben wird, entsteht ein negativer Druck im Perichorioidalraum, da die resistente Sclerotica den Bewegungen der Gefässhaut nicht folgen kann. Eine nothwendige Folge der Erweiterung des Perichorioidalraums ist dann, dass einmal die darin befindliche Lymphe zurückgehalten wird, sodann dass das Blut aus den benachbarten Gefässen aspirirt wird. Es wird also die Zufuhr arteriellen Blutes durch die Arteriae ciliares posticae beschleunigt, der Abfluss venösen Blutes durch die Venae vorticosae vermindert werden. Es ist klar, dass diese Verhältnisse zu einer allgemeinen Steigerung des intraocularen Druckes Veranlassung geben müssen, wenn nicht auf irgend eine Weise der Druck in der vorderen Augenkammer herabgesetzt wird. Durch ein Zurückweichen des Ciliarrandes der Iris kann dies offenbar nicht geschehen; denn dadurch kann nur eine andere Configuration der vorderen Augenkammer, eine andere Vertheilung des Humor aqueus bewirkt werden, aber keine Abnahme des Druckes. Es liesse sich aber denken, dass eine solche erzielt würde durch eine Volumabnahme der Iris und des Ciliarkörpers. Da dieselben ihr venöses Blut direkt den Venae vorticosae zuführen, so liesse sich denken, dass die Erweiterung des Perichorioidalraumes zunächst eine Entleerung dieser Venen begünstige, was dann eine Abnahme des Volums der Iris und Herabsetzung des Druckes in der vorderen Augenkammer zur Folge haben könnte.

Allein betrachten wir die gesammten Blutcirculations-Verhältnisse im Augapfel, so gelangen wir bald zu der Ansicht, dass während der Accommodation mehr Blut in demselben enthalten sein muss, als im nicht accommodirten Zustande. Es wird nämlich der Abfluss des venösen Blutes aus den Venae vorticosae gehindert, während der Zufluss arteriellen Blutes durch die Arteriae ciliares posticae breves und longae beschleunigt ist. Gegen diese Verhältnisse, welche sämmtlich eine Vermehrung des Blutquantums im Auge zur Folge haben, kann aber gar nicht der Umstand in Betracht kommen, dass in Folge der Contraction des Ciliarmuskels der Zufluss arteriellen Blutes durch die durch den genannten Muskel verlaufenden Arteriae ciliares anticae behindert ist. Denn einerseits ist das Blutquantum, welches sie dem Auge zuführen, viel geringer als das durch die hinteren Ciliar-Arterien in den Augapfel gelangende, sodann wird dieser Ausfall schon zum Theil dadurch ausgeglichen, dass in Folge der Contraction des Ciliarmuskels die Hauptzuflussquellen der vorderen Ciliarvenen, welche aus dem Ciliarmuskel kommen, comprimirt werden, so dass durch diese eine geringere Menge Blut den Bulbus verlässt, als während der Ruhe des Ciliarmuskels. Unsere Betrachtungen führen uns also mit Nothwendigkeit zu der Annahme, dass, wenn nicht eine andere Möglichkeit der Druckausgleichung gegeben ist, bei einer jeden Contraction des Ciliarmuskels eine Erhöhung des Drucks in den intraocularen Blutgefässen, überhaupt des intraocularen Druckes Statt finden muss. Ein solche ist nun aber, wie oben bereits erwähnt wurde, nicht constatirt und müssen wir uns daher nach einer anderen Bedingung umsehn, durch welche während der Accommodationsbewegungen eine Zunahme des Druckes verhindert wird. Diese Bedingung ist nun, glaube ich, genügend gegeben in der direkten Verbindung der vorderen Augenkammer mit den vorderen Ciliarvenen. Eine rasche Entleerung eines der Drucksteigerung in den hinteren Theilen des Auges entsprechenden Quantums von Humor aqueus erklärt das Constantbleiben des intraocularen Druckes während der Accommodationsbewegungen auf die einfachste Weise.

Für eine rasche Entleerung von Humor aqueus sind nun aber gerade während der Accommodation viel günstigere Bedingungen vorhanden, als im ruhenden Auge. Betrachten wir die Ansatzweise der meridionalen Fasern des Ciliarmuskels näher (Fig. 25), so sehen wir, dass die äussersten derselben sich am hinteren Rande der Scle-

ralrinne inseriren, der grösste Theil der Fasern dagegen am hinteren Grenzringe und die innersten an Balken des Fontana'schen Raumes. Die lezteren Fascikel sind namentlich im Auge des Hundes ausgebildet[1]). Sehen wir von diesen Bündeln ab, die offenbar die Wirkung haben, die Balken anzuspannen und zwar ein wenig in der Richtung nach dem Irisrande zu, so finden wir bei Flächenansichten für die übrigen das bemerkenswerthe Verhalten, dass ihre Fasern unter einem rechten Winkel auf die äquatorialen Fasern des hinteren Grenzrings treffen und sich in diesen hineinsenken. Wie wir oben sahen sind nun die elastischen Platten ebenfalls circulärfaserig und in äquatorialer Richtung von Löchern und Spalten durchsetzt. Es ist klar, dass bei einer Contraction des Ciliarmuskels eine Erweiterung dieser äquatorialen Spalten wird eintreten können. Ferner werden, da ja der Ansatzpunkt der meridionalen Fasern des Ciliarmuskels, wenn wir absehen von den am hinteren Rande der Scleralrinne sich ansetzenden, kein fixer, sondern ein beweglicher ist, die einzelnen die Innenwand des Schlemm'schen Kanales constituirenden Platten, soweit es ihr Zusammenhang erlaubt, ein wenig von einander abgehoben werden, mit einem Wort, eine Folge der Contraction des Ciliarmuskels wird eine Erweiterung des den vorderen Theil der Innenwand des Schlemm'schen Kanales durchsetzenden Spaltensystems sein, wodurch dann der Uebertritt von Humor aqueus in den Schlemm'schen Kanal wesentlich erleichtert wird. Aber dies ist noch nicht Alles. Wie schon Henle bemerkt[2]), können sich die meridionalen Fasern des Musculus ciliaris nicht zusammenziehen, ohne den Sinus Schlemmii selbst zu erweitern. Die natürliche Folge davon wird sein, dass der Zufluss des Kammerwassers in ihn hinein nur beschleunigt wird. Dieser Flüssigkeitsstrom wird ferner wahrscheinlich auch dadurch noch begünstigt, dass der Druck in den vorderen Ciliarvenen während der Accommodation herabgesetzt wird, weil in Folge der Contraction des Ciliarmuskels die Hauptzuflüsse der genannten Venen, die sich ja nach den Untersuchungen von Leber in diesem Muskel bilden, blutärmer werden müssen.

Aus vorstehenden Betrachtungen geht also hervor, dass gerade während der Accommodation besonders günstige Bedingungen für eine Entleerung von Humor aqueus vorhanden sind, dass vor Allem

---

1) Vergl. Iwanoff und Rollett l. c. Fig. 5.

2) Eingeweidelehre p. 627.

dem Ciliarmuskel die Function zukommt, die Abflusswege zu erweitern und leichter zugänglich zu machen.

Ich habe bisher die Iris-Bewegungen unberücksichtigt gelassen. Eine weitere Aufgabe wird es nun sein, zu untersuchen, wie dieselben durch die intraocularen Druckverhältnisse beeinflusst werden, welche Bedeutung man dabei der im Innern der Iris befindlichen Lymphe zuzuschreiben hat. Eine Erforschung der Lymphbahnen der Iris und ihrer Beziehungen zu den Blutgefässen wird deshalb gewiss nicht ohne Interesse sein.

Halle a. S., im Februar 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XVI. XVII. XVIII.

Fig. 1. (Zeis C Ocular II) Meridionalschnitt durch den Ciliarkörper des Menschen Injection der vorderen Augenkammer mit Berliner Blau. Es hat sich mit der Injectionsmasse gefüllt der Fontana'sche Raum (f) und von ihm aus ein Lückensystem im Ciliarkörper (b), ferner der Schlemm'sche Kanal (c. S) und Venen (v. v) in der Sclerotica (Scl). Die übrigen Buchstaben bedeuten:

- cj. Conjunctiva.
- c. Cornea.
- c. a. vordere Augenkammer.
- d. Rand der Descemet'schen Membran.
- a. Arterien-Durschnitte in der Sclera.
- i. Iris.
- m. c. Ciliarmuskel, meridionale Fasern.
- m. c'. Ringfasern des Ciliarmuskels.
- p. c. Processus ciliaris.

Fig. 2. (Bei Zeis C II gezeichnet und um die Hälfte verkleinert). Meridionalschnitt durch den Ciliarkörper des Schweins. Injection der vorderen Augenkammer mit Berliner Blau. Sämmtliche Buchstaben wie vorhin. In der Iris bemerkt man mehrere Blutgefäss-Durchschnitte, die ganz mit Blutkörperchen erfüllt waren. Der Fontana'sche Raum (f) ist von der vorderen Augenkammer aus injicirt und enthält viel Pigment in seinem Balkenwerk. Die Scleralrinne ist hier zwischen d, dem Ende der Dessemet'schen Membran und g, dem Ansatzpunkte des Ciliarmuskels (m. c) sehr deutlich.

Fig. 3. Meridionalschnitt durch den vorderen Theil eines Schweinsauges. schematisch dargestellt, um die Lageverhältnisse des injicirten Fontana'schen Raumes (f) und seiner Fortsetzung nach hinten zum Perichorioidalraum (p), der ora serrata (o. s) und dem canalis Petiti (c. P.) zu erläutern. Bedeutung der übrigen Buchstaben:

c. Cornea.
c. a. vordere Augenkammer.
l. Linse.
v. Vordere Ciliarvene.

Fig. 4. Dasselbe vom Kaninchen. Bedeutung der Buchstaben wie vorhin. Ora serrata und Fontana'scher Raum sind hier sehr nahe an einander gerückt.

Fig. 5. Meridionalschnitt durch den injicirten canalis Petiti aus dem menschlichen Auge, schematisch dargestellt. Rechts ist ein Zonula-Thal durch den Schnitt getroffen, links ein Zonula-Berg und erschein deshalb links der Kanal viel tiefer, als rechts. o. s Ora serrata, Ausgangsstelle der Zonula und des hinteren Grenzblattes des Petit'schen Kanals. b Ansatz-Curve der Zonula an der vorderen Linsenkapsel. Die tiefsten Stellen derselben erreichen gerade den Linsenrand (c). a Ansatzlinie des hinteren Grenzblattes des Petit'schen Kanals an der hinteren Linsenkapsel.

Fig. 6. Canalis Petiti des Schweins, von der vorderen Augenkammer aus mit Berliner Blau injicirt. Ansicht von vorn; natürliche Grösse. Der Kanal ist nicht vollständig gefüllt; es ragen vielmehr über den Rand der Injectionsmasse noch Strahlen der Zonula hervor. l Linse. c. v. Glaskörper.

Fig. 7. Ansicht der Zonula ciliaris des Schweins von vorn nach einem Präparate aus Müller'scher Flüssigkeit. Natürliche Grösse. l. Linse. a, b und c die 3 Zonen der Zonula und zwar a die des orbiculus ciliaris, b die der Ciliarfortsätze und c der freie Theil der Zonula. a und b sind mit der pars ciliaris retinae fest verwachsen. Auf b bleiben häufig Pigmentreste der letzteren zurück von der Form, wie es e zeigt, auf a solche von dem Ansehn, wie es bei f dargestellt ist.

Fig. 8. A. Ansicht der Innenfläche der Verbindungsstelle von Cornea und Sclerotica des menschlichen Auges. Natürliche Grösse. Zur Demonstration der Scleralrinne (a), wie sie nach Entfernung der Innenwand des Schlemm'schen Kanals sich zeigt. c Cornea. s Sclerotica.

Fig. 8. B. Dasselbe vom Schwein.

Fig. 9. (Zeis D II). Irisfortsätze vom Ochsen. Dieselben erheben sich bei a aus dem Gewebe der Iris, sind anfangs (b) kegelförmig, fibrillär und stark pigmentirt und setzen sich schliesslich mit einem mehr homo-

genen cylindrischen Endstück (c) an den Grenzring (d) der Descemet'schen Haut (e). Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 10. (Zeis C II.) Rand der Descemet'schen Membran des Menschen mit einem Stück seiner Fortsetzung nach hinten, der inneren Wand des Schlemm'schen Kanals. Ansicht der Innenfläche. a Descemet'sche Membran, die an ihrem Rande (b) zahlreiche buckelförmige Erhebungen zeigt, zwischen denen das Endothel, das hier ovale Kerne besitzt, haften geblieben ist. Aus dieser Randpartie geht der Grenzring (c) hervor, über welchen sich die Endothelkerne verfolgen lassen. Bei d geht der Grenzring einerseits in das elastische Plattenwerk der Innenwand des Schlemm'schen Kanals, andererseits in das Balkennetz der Fontana'schen Raumes (Ligamentum pectinatum) über. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 11. (Zeis F II.) Grenzring der Descemet'schen Haut (c). Es entspringen aus ihm direct einige Balken (a), welche mit den Iriszipfeln Verbindungen eingehen; andere dieser Balken (b) entstehen sowohl aus dem Grenzring als aus dem elastischen Plattenwerk, welches die Fortsetzung der Descemet'schen Membran bildet. Bei d ist ein Stück Endothel des Randes der Descemet'schen Haut im isolirten Zustande sichtbar. Es enthält zahlreiche unregelmässig vertheilte elliptische Kerne und lässt sich mit Hülfe dieser das isolirte Endothelhäutchen auch noch über den Grenzring hinweg verfolgen. Der Balken a lässt deutlich eine Endothelscheide erkennen.

Fig. 12. Irisfortsätze vom Hund (Zeis C II), schematisch gezeichnet, um ihre Verästelungs- und Verbindungsweise zu demonstriren. Bei a Ursprung von der Iris.

Fig. 13. (F II.) Endothelzellen der vorderen Irisfläche vom Kaninchen. Durch Müller'sche Flüssigkeit isolirt. a einkernige, von der Fläche gesehen; b eine solche im Profil; c eine zweikernige Zelle.

Fig. 14. (F II.) Faltungsrand der Vorderfläche der Iris vom Hund. a vorderste stark pigmentirte Schicht der Iris. b die jene Schicht bedeckende Endothellage. c eine etwas abgehobene Endothelzelle. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 15. (F. II.) Endothel der Descemet'schen Haut des Menschen mit Vacuolen-Bildung. Zellengrenzen nicht mehr sichtbar. Bei a an den Rissstellen durch die Vacuolen erscheint eine zarte Linie, als Ausdruck der die Vacuolen noch bedeckenden dünnen Membran. Durch Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit isolirt.

Fig. 16. (F II.) Stück des Endothels der Descemet'schen Membran vom Schwein. Bei a Rand des abgerissenen Stückes. Zellengrenzen und Kerne nicht zu erkennen; dagegen wird das Ganze von zahlreichen grösseren und kleineren Vacuolen durchsetzt. Durch Behandlung mit Müller'scher Flüssigkeit isolirt.

Fig. 17. (D II.) Uebergang des Endothels der Descemet'schen Haut des

Hundes (a) auf die Balken der Irisfortsätze (b). Der Uebergang findet so Statt, dass die Balken vollständige Endothelscheiden erhalten und das Endothel der Descemet'schen Haut nach Entsendung derselben unter den Balken nach hinten weiter zieht (c). c liegt in einer viel tieferen Ebene, als b, b. d vom Endothel entblösster Randtheil der Descemet'schen Haut. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 18. (D II.) Randpartie der Descemet'schen Haut des Hundes. A vorderer, B hinterer Rand des abgebildeten Stückes. Man bemerkt auf der Innenfläche desselben zahlreiche Linien, die an einigen Stellen zu Balken zusammentreten. Diese Balken sind anfangs noch fest mit der Descemet'schen Membran verwachsen (c, c, c). Weiter nach hinten aber lösen sie sich allmählig von derselben ab und werden frei (d, d). Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 19. (F II.) Balken des Fontana'schen Raumes vom Hunde, zum grössten Theil von einer Endothelscheide umgeben. Bei a, a ist dieselbe abgerissen und es strahlt von hier ein Busch isolirter Fibrillen aus (b, b). Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 20. (F II.) Gabelig sich theilender Balken des Fontana'schen Raumes (Ligamentum pectinatum) vom Menschen mit Endothelscheide. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 21. (F II.) Balken des Fontana'schen Raumes vom Huhne mit Endothelscheide, die an 2 Stellen gerissen ist. Man bemerkt zwei Kerne und an einigen Stellen Pigmentkörnchen im Endothel. Kali bichromicum 3%.

Fig. 22. (F II.) Balkennetz aus dem Fontana'schen Raume des Kalbes mit mächtigen Endothelscheiden, die sich an den Knotenpunkten der Balken meist schwimmhautförmig vom einen zum anderen hinüberspannen. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 23. A (C II.) Meridionalschnitt durch den Schlemm'schen Kanal und seine Umgebung aus dem Auge des Menschen. c. S der Schlemm'sche Kanal. Seine Innenwand (a) wird von einem elastischen durchbrochenen Plattenwerk gebildet, der direkten Fortsetzung der Descemet'schen Membran (d); dasselbe verliert sich in einem circulärfaserigen Ringe (b), dem hinteren Grenzringe, an welchem sich der Ciliarmuskel (m. c) inserirt. v Durchschnitte von Venen. scl Compaktes Gewebe der Sclera, das hier eine circuläre Rinne bildet. Diese Rinne wird von a und b überbrückt und dadurch zu einem Kanale, dem Schlemm'schen Kanal geschlossen. In Fig. 23 B habe ich die Grenzen der Scleralrinne durch die punktirte Linie a vervollständigt. Die Linie b bezeichnet die Grenze des Gewebes, welches sich beim Abziehen des Ciliarmuskels von der Sclera in der Richtung von hinten nach vorn mit ihm von der Innenwand des Schlemm'schen

Kanals abzulösen pflegt. Es bleibt dann der grösste Theil dieser Innenwand zurück.

Fig. 24. (C II). Wie vorhin, aber von einer anderen Stelle desselben Auges. Der Schlemm'sche Kanal ist hier durch einen Balken in 2 Theile getheilt, die sich aber bald wieder vereinigen. Bezeichnung der Buchstaben wie vorhin.

Fig. 25. (C II). Meridionalschnitt durch den Schlemm'schen Kanal und seine Umgebung von einem anderen menschlichen Auge, das sich durch geringe Tiefe seiner Scleralrinne auszeichnet. Dem entsprechend ist hier auch der Schlemm'sche Kanal (c. S.) nur eine schmale Spalte, kaum breiter, als die Spalten, welche man an demselben Präparat innerhalb des elastischen Plattenwerks (a) bemerkt. m. c Ciliarmuskel, meridionale Fasern. m. c' dessen circuläre Bündel. i Iris. l. Irisfortsätze und Balkengewebe des Fontana'schen Raums, bei c abgerissen von der Fortsetzung der Descemet'schen Haut. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben wie vorhin.

Fig. 26. (C II). Meridionalschnitt durch das die Scleralrinne ausfüllende circulärfaserige Gewebe vom Schwein. c Cornea. d Rand der Descemet'schen Haut. b Balken des Fontana'schen Raumes abgerissen, unmittelbar in das die Scleralrinne erfüllende Gewebe übergehend. Letzteres (g) zeigt die Querschnitte der äquatorial verlaufenden Balken, welche grössere und kleinere Lücken zwischen sich lassen. An der Grenze des Sclera wird das Gewebe etwas dichter, hebt sich aber scharf von dem festen Gewebe der Faserhaut (scl) ab. a tiefste Stelle der Scleralrinne. p Pigment. v Venen-Querschnitte.

Fig. 27. A u. B Skizzen zweier anderer analoger Meridionalschnitte vom Schwein, A mit sehr tiefer, B mit sehr flacher Scleralrinne (a). c Cornea, d Descemet'sche Haut. scl. Sclerotica. b bezeichnet den hinteren Rand der Scleralrinne, der sich in Fig. 27 A wallartig erhebt.

Fig, 28. (D II.) Elastische durchbrochene Platte aus der Innenwand des Schlemm'schen Kanals vom Menschen. Bei a löst sich die Platte zu einem feineren elastischen Fasernetz auf. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 29. (D II). Elastische durchbrochene Platte, welche den Boden der Scleralrinne, also die Aussenwand des Schlemm'schen Kanals bedeckt, und aus der innersten Lamelle der Cornea ihren Ursprung nimmt. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 30. (F II). Endothel des Schlemm'schen Kanals des Menschen mit eigenthümlichen netzförmigen Verdickungen. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 31. (F II). Endothel aus dem den äussersten Theil der Scleralrinne ausfüllenden Gewebe vom Schwein, ebenfalls mit eigenthümlichen Ver-

dickungen. a kernloses Plättchen. b mit Kern, von dem die Verdickungen ausstrahlen. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 32. (F II). Endothel der äquatorialen Balken aus der Scleralrinne des Schweins. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 33. (F II). Stück der hinteren Grenzmembran des Petit'schen Kanals vom Schwein. Bei a ist eine Rissstelle mit den eigenthümlichen zackigen Vorsprüngen gezeichnet. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 34. (F II). Scheinbarer Ursprung der Zonulafasern a aus den feingestreiften Leisten und Zacken der auf der Zonula sitzen gebliebenen Limitans der pars ciliaris retinae. Vom Schwein. Müller'sche Flüssigkeit.

Fig. 35. (F II). Stück der Zone des Orbiculus ciliaris der Zonula vom Schwein mit ansitzenden knolligen Gebilden. Müller'sche Flüssigkeit.

Zur Entwicklungsgeschichte der Aurelia aurita.

Von

A. Schneider.

Mit Taf. XIX.

Durch die Güte des Herrn Dr. H. Meyer, dem ich hierdurch meinen verbindlichsten Dank sage, erhielt ich im Februar vorigen Jahres aus Kiel Zosterablätter, welche mit Scyphistoma und Strobilaformen der Aurelia aurita[1]) reichlich besetzt waren. Ohne besondere Vorsichtsmassregeln lebten diese Thiere wohl 6 Wochen weiter und bildeten eine grosse Zahl von Medusen, welche mitunter herum schwammen. Die Knospung war allerdings weniger lebhaft, als im freien Meere, denn niemals entstand eine solche Reihe aufeinandersitzender Thiere, wie sie für die sogenannte Strobilaform characteristisch ist, sondern an jedem Scyphistoma gleichzeitig immer eine einzige Meduse. So bedauerlich mir dieser Umstand anfangs schien, so glaube ich doch, dass gerade diese Langsamkeit mir manchen neuen Einblick in den Knospungsprocess gestattete und ich stehe daher nicht an, meine Beobachtungen zu veröffentlichen, indem ich glaube, dass sich die hier gewonnenen Anschauungen leicht auf die aus vielen Segmenten gebildete Strobila übertragen lassen.

1) Nach Agassiz, Contributions to the nat. hist. of States Vol IV, P. 28 besitzt das Scyphistoma von Cyanea eine hornige Scheide nicht. (Aurelia.)

Ich will zuerst den Bau der Scyphistomaform schildern. Er besteht aus den beiden schon so vielfach beschriebenen Zellschichten der Cölenteraten (Fig. 1—4). Die Entoderm- oder Magenzellen sind viel grösser als die Ectoderm- oder Epithelzellen und enthalten Kugeln eines gelben Pigmentes. Zwischen den beiden Schichten findet sich eine geräumige Leibeshöhle. Der Magen spizt sich nach dem Fuss trichterförmig zu. Vom Grunde des Fusses gehen wie die Kanten einer regulären vierseitigen Pyramide, 4 dicke Stränge nach der Mundfläche, wo sie sich in 4 gleich weit abstehenden Punkten im Umkreis der Mundöffnung an das Ectoderm ansetzen. Es liess sich an diesen Strängen keine weitere Structur als eine feine paralelle Streifung erkennen. Durch diese 4 geradlinig verlaufenden Stränge war das Magenrohr eingeschnürt und in 4 Taschen getheilt. Die Falten, welche die Grenzen dieser Taschen bilden, ragen an der Mundöffnung als ausschliesslich von der Magenwand zusammengesetzte Tentakeln (Filamente) hervor. Je nachdem die Mundöffnung sich contrahirt und erweitert, sind sie von der Stirn der Mundfläche mehr oder wenig bedeckt.

Am Rand der Stirnfläche entspringt eine nicht fest bestimmte Zahl von Tentakeln, die beim ausgewachsenen Scyphistoma nie weniger als 16 und nicht mehr als 32 beträgt. Nur vier derselben haben eine feste Stelle, sie entspringen am Ende derselben Radien, an welchen die vier Stränge und die vier Magenfilamente sich ansetzen. Ihre Zusammensetzung nimmt auch unsere Aufmerksamkeit besonders in Anspruch. Die übrigen Tentakeln bestehen aus einer Epithelschicht, der Ausstülpung des Ectoderm und der von einer Reihe Zellen gebildeten Axe, welche aus dem Entoderm der Magenwand hervorgeht und mit ihr in Zusammenhang bleibt. Die Zusammensetzung (Fig. 5) der vier festen oder Haupt-Tentakeln ist complicirter. Sie entspringen zwischen je zwei Taschen, indem die Wände derselben sich nach aussen von den Strängen an einander legen, ohne jedoch zu communiciren. Es tritt von jeder Tasche eine Reihe von etwa drei Zellen an die Basis der Tentakeln, daran schliesst sich eine Zelle von der Breite der Doppelreihe und nun wird die Axe weiter von der gewöhnlichen einfachen Zellreihe gebildet. Dies ist die Structur des Scyphistoma vor und nach der Knospung der Medusen.

Sobald nun die Knospung der Meduse beginnt (Fig. 6), bildet sich nach Innen der Haupt-Tentakel eine weite Comunication zwi-

schen den Taschen, welche durch die vorher beschriebene Verbindung der Zellen bereits angedeutet war. Gleichzeitig entstehen am äussern Rande der Mundscheibe 16 gleiche Taschen des Magens, welche an ihrem freien Rand nahezu dieselbe Breite haben, als an der Stelle, wo sie mit dem Magen zusammenhängen. Von diesen Taschen der Meduse wachsen nun 8, welche mit den andern alterniren, nach aussen zu auf das mehrfache in die Länge. Gleichzeitig hat sich auch in diesen 8 Radien das Ectoderm ausgebuchtet, so dass die Stirnfläche einen achtstrahligen Stern bildet. Weiter sprossen nun an der Mundfläche über diese 8 längeren Taschen die Randlappen und zwischen denselben die kleinen Tentakeln für die Ocelli hervor. In diesem Stadium bemerkt man, dass die — wenigstens scheinbar — regellos gestellten Tentakel des Scyphistoma sich nach einem bestimten Gesetz geordnet haben. Schon in dem Stadium, in welchen die Taschen noch von gleicher Grösse sind, sieht man, dass einige Tentakel einzeln stehen, andere zu Büscheln von zwei und drei vereinigt, immer steht sowohl ein einzelner als ein Büschel genau in der Mitte je einer Tasche. Der Sinn dieser Anordnung ist aber jetzt noch nicht vollkommen deutlich. Allein nach Entstehung der Randlappen (Fig. 7) sieht man, dass in den Zwischenräumen zwischen den Randlappen ausnahmslos immer nur ein und zwar durch seine Grösse hervorragender Tentakel, ein Büschel aber nur in den Radien der Randlappen steht. Es kann in diesen Radien zwar auch nur e i n Tentakel stehen, da vielleicht nicht genug Tentakel vorhanden waren, um immer Büschel zu bilden.

Noch sind an die Mundscheiben der Medusenknospe die vier Stränge ganz in der Weise wie an dem Scyphistoma befestigt. Endlich schnürt sich die Meduse ab, die 4 Stränge, soweit sie dem Medusenkörper angehören verschwinden. Es schwindet auch in der Meduse jede Spur von den ursprünglich vorhandenen 4 Taschen und ihrer Communication. Der Magen der Ephyra ist ja, wie bekannt, in der Mitte der Scheibe ein ungetheilter Sack. Eine weitere Entwicklung der Ephyra fand in meinem kleinen Aquarium nicht statt.

Noch während die Meduse an dem Scyphistoma sitzt, kann man ihre Musculatur deutlich erkennen. Sie liegt (Fig. 8) als ein breiter Ring, von dem für jeden Randlappen ein Bündel sich abzweigt, der Unterseite der Scheibe auf und besteht aus feinen Fibrillen, in welchen ich eigne Kerne nicht finden konnte, obgleich

ich damit keineswegs behaupten will, dass sie fehlen. Das Nervensystem war nicht zu finden.

Ehe die Ephyra abreisst, hängt der Gipfel ihrer Glocke nur noch mit dem neu entstandenen Mundrand des Scyphistoma zusammen. Beim Abreissen bleibt noch im Gipfel der Glocke ein Loch, welches sich erst nach einiger Zeit schliesst, und deshalb sich noch häufig an freischwimmenden Ephyren findet. Das Scyphistoma hat nach Abstossung der Knospe keine Tentakeln mehr. Ihre eignen Tentakeln sind an die Knospe getreten und dort resorbirt worden. Indess bilden sich die Tentakeln bald von Neuem und alle Scyphistomen fanden sich, nachdem die Abstossung von Ephyren schon längere Zeit aufgehört hat, in vollkommen normalen Zustand.

Nach diesen Untersuchungen darf man es wohl als ausgemacht betrachten, dass Scyphistoma nicht der Hydroid-, sondern der Medusoidform der Colenteraten angehört. Es ist diese Ansicht zwar schon mehrfach ausgesprochen, allein wie sich bei genauer Prüfung ergiebt, niemals bewiesen worden. Steenstrup, der sie zuerst in seinem Werke über den Generationswechsel aussprach, hat offenbar nur eine festsitzende craspedote Meduse für Scyphistoma gehalten, wie dies bereits Agassiz[1]) hervorhebt, Sars[2]), Reid[3]) beschreiben vier Falten im Magen der Scyphistoma, welche sie irrthümlich für Gefässe halten. Frantzius[4]) hielt die vier Längsstränge, welche er an dem Scyphistoma von Cephea entdeckte, für Gefässe und dem Gastrovascularsystem der Quallen entsprechend. Agassiz[5]), dem wir später eine ausführliche Dar-Darstellung des Baues und der Knospung bei Scyphistoma verdanken, erwähnt die Längsstränge, aber nicht die Taschen und ihre Verbindungsweise. Der wesentliche Character, welchen Scyphistoma mit der medusoiden Generation gemein hat, die Taschen und ihr, wenn auch nur rudimentär vorhandener Ringkanal ist, wie man sieht, immer übersehen worden. Magenfalten finden sich auch bei vielen Hydroiden, aber niemals ihre Verbindung zu einem Ringkanal.

Vielleicht lassen sich aber auch die vier Längsstränge für die

---

1) l. c. S. 26.
2) Wiegmann's Archiv VII, S. 9 u. ff.
3) Annals of nat. hist. II Ser. Vol. I, 1848, S. 25.
4) Siebold u. Kölliker Zeitschrift f. w. Z. Bd. IV, S. 121.
5) l. c. S. 23 c. ff.

Bestimmung des Scyphistoma benutzen. Semper[1]) hat sie bereits richtig als solide Körper erkannt. Er beschreibt bei der Scyphistomaform von Cephea Zweige derselben, welche sich mit dreieckig verbreitertem Ende an Magen und Haut ansetzen. Bei unserm Scyphistoma fehlen diese Zweige gänzlich. Ueber die Natur derselben wagt er kein Urtheil und will nicht entscheiden, ob es Nerven oder Muskeln sind. Auch ich vermag mich nicht zu entscheiden. Die fibrilläre Streifung lässt sich ebenso gut auf Muskelfasern als auf Axencylinder beziehen. Die Contractionen der Scyphistomen geschehen überaus langsam, so dass man nicht erkennen kann, ob sie von der Wirkung eines Muskels herrühren. Jedenfalls kommen diese 4 Stränge bei den übrigen Hydroiden nirgends vor, während sie den Geweben der Scheidewände der beiden Anthozoen wohl entsprechen könnten.

Merkwürdig ist bei dem Knospungsprocess, dass der Ringkanal des Scyphistoma- und Strobilazustandes nicht in den der Aurelia aurita übergeht, sondern wie Sars entdeckte, Steenstrup und Agassiz bestätigt haben, neugebildet wird.

Giessen, 21. Februar 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX.

Fig. 1. Scyphistoma. Ansicht von oben.

Fig. 2. Dasselbe von unten, zeigt die 4 Magentaschen, deren Vereinigung nach aussen von den 4 primären Tentakeln hier nicht sichtbar.

Fig. 3. Chromsäurepräparat. Magen entfernt. Ansicht der Mundfläche von unten, um die Ansatzstellen der Stränge zu zeigen.

Fig. 4. Chromsäurepräparat. Längsschnitt eines Scyphistoma, zeigt die histologische Zusammensetzung des Körpers.

Fig. 5. Bildung eines primären Tentakels. Vereinigung der Wände zweier Magentaschen.

Fig. 6. Beginn der Strobilabildung. 16 Magentaschen.

Fig. 7. Weiter fortgeschrittene Strobilabildung. Randlappen gebildet, zeigt die regelmässige Stellung der Scyphistoma-Tentakel.

Fig. 8. Einzelner Randlappen um das fibrilläre Muskelband und seine Aeste für die Randlappen zu zeigen.

a. Mundrand.
b. Filamente.
c. Ansatz der Stränge an der Mundfläche.
f. Fuss.
r. Randkörper der Meduse.

---

1) Troschel's Archiv f. N. Bd. XXIV. S. 209.

Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen.

Von

R. Heidenhain

in Breslau.

Hierzu Taf. XX u. XXI.

Nachdem die anatomische Untersuchung der Speicheldrüsen gelehrt, dass diese Organe während ihrer Thätigkeit erhebliche Umwandlungen in ihrem histologischen Bau erfahren[1], war es wahrscheinlich geworden, dass auch in anderen Drüsen der Secretionsvorgang mit einer Aenderung ihrer morphologischen Constitution einhergehen werde. In dem Verdachte, diese Voraussetzung zu rechtfertigen, stehen seit lange die Labdrüssen des Magens. Man nimmt in der Regel an — bei der weiten Verbreitung dieser Hypothese bedarf es besonderer Citate nicht —, dass ein wesentliches Glied in dem Absonderungsprocesse des Magensaftes die fortwährende Ausstossung von Drüsenzellen aus der Mündung der Drüsenschläuche und eine ihr parallel gehende Neubildung von Zellen im Grunde derselben darstelle. Einzelne Autoren beschreiben diesen Vorgang so genau, als ob sie denselben wirklich beobachtet hätten,

Fragt man aber nach vollgültigen Beweisen für diese Anschauung, so sieht es damit freilich in dem Grade dürftig aus, dass ein Zweifel an der Berechtigung derselben schon aus diesem Grunde gestattet ist. Als ich im Verfolg eines früher ausgesprochenen Planes[2] an die Untersuchung der Drüsen selbst ging, gelangte ich

---

1) R. Heidenhain in den „Studien des physiologischen Instituts zu Breslau.“ Heft IV. S. 1—124.

2) Ebendas. S. 109.

über das Stadium des Zweifels sehr bald hinaus zu der Ueberzeugung der Unhaltbarkeit jener Meinung.

Es ergab sich, dass die den Histologen geläufige Beschreibung der Labdrüsen — die auch in der letzten seitdem erschienenen monographischen Bearbeitung des Magens noch kaum verändert wiedergegeben wird[1]) — wesentlicher Ergänzung bedürfe. Die Zusammensetzung des Drüsen-Innern stellte sich als unerwartet verwickelt heraus, so dass die physiologische Betrachtung dieser Organe von Neuem beginnen muss, nachdem die bisherige histologische Basis sich als unzulänglich erwiesen.

Bevor ich an die Darstellung des von mir Beobachteten gehe, möchte ich den Leser bitten, an die folgenden Blätter nicht höhere Ansprüche zu stellen, als ich an die Untersuchung des Gegenstandes gestellt habe. Mein Zweck war lediglich, eine Grundlage für die physiologische Erforschung des Secretions-Mechanismus des Magensaftes zu gewinnen, aber keineswegs eine morphologisch erschöpfende Kenntniss des absondernden Schleimhaut-Stratums im Magen zu erwerben. Der Anatom von Fach wird daher manche Fragen flüchtig oder gar nicht berührt finden, die für den in den ersten Anfängen der Kenntniss herumirrenden Blick des Physiologen noch nicht fesselnder Natur sind, so sicher sie auch ihrer Bedeutung für ein späteres Stadium der Untersuchung sein mögen, wenn die ersten Schwierigkeiten auf dem betretenen Wege überwunden sein werden.

Da bei dem Hunde der Bau der Labdrüsen weitaus am durchsichtigsten erscheint, habe ich auch ganz vorzugsweise dieses Thier für meine Untersuchungen gewählt[2]). Was ich hier wahrgenommen, mag in der Beschreibung vorangestellt werden, sodann ein Vergleich mit den Verhältnissen bei einigen andern Thieren folgen.

Gelegentliche Erfahrungen über die sogenannten Magenschleim-

---

1) E. Klein in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 2. Lfg., S. 388 u. flgd.

2) Bei dem Hunde ist Kölliker's reicher Erfahrung eine Andeutung des wirklichen Baues nicht entgangen. (Vgl. Mikroskopische Anatomie II, 2, S. 138 und 139.) Doch haben seine theilweise richtigen Angaben die Beachtung anderer Forscher um so weniger erweckt, als er selbst die von ihm beobachteten Verhältnisse merkwürdiger Weise für Eigenthümlichkeiten des Hundes hält, deren Existenz er später (Gewebelehre. 5. Aufl. S. 402) nicht mehr sicher zu sein scheint.

drüsen lasse ich unerörtert, da auf meine Anregung Herr Dr. Ebstein sich in meinem Institute ausführlicher mit diesen Gebilden beschäftigt.

I. Die Labdrüsen des Hundes.

1. Die Drüsen des hungernden Thieres.

a. Allgemeine Uebersicht über die in den Drüsen vorkommenden zelligen Elemente.

Um den Bau der Labdrüsen zunächst unter möglichst einfachen Bedingungen kennen zu lernen, benutzte ich die Magenschleimhaut von Thieren, die einige (3—5) Tage gehungert hatten[1]). Zur vorläufigen Orientirung diene ein Schnitt, senkrecht durch die in Alcohol erhärtete Schleimhaut, in Carmin oder Anilinblau gefärbt, und in Glycerin untersucht[2]). (Vgl. die halbschematische Fig. I, nach einem Carminpräparat entworfen.)

---

1) Ich kann nicht umhin, hervorzuheben, dass bei selbst mehrtägiger Nahrungsentziehung die Labdrüsen niemals vollständig unthätig sich verhalten. Entgegen der verbreiteten Angabe, dass die Schleimhaut des leeren Magens auf ihrer Oberfläche neutral oder gar alkalisch reagire und erst nach Einführung von Speisen die Absonderung saurer Flüssigkeit beginne, habe ich unmittelbar nach dem durch Verblutung herbeigeführten Tode der Thiere die Labdrüsen-Gegend der Schleimhaut stets sauer gefunden. Oft genug beschränkte sich die secernirte saure Flüssigkeit nicht auf die kleine, die Oberfläche eben netzende Quantität, sondern sie fand sich in grösserer Menge frei in der Magenhöhle (sowohl bei Hunden als bei Katzen.) Um die Behauptung, dass Secretion nur bei Reizung der Schleimhaut durch Ingesta eintrete, zu retten, hätte man in einigen Fällen allenfalls Haare, die beim Ablecken des Felles verschluckt worden waren, als der Reizung schuldige Körper ansehen können. In andern Fällen aber fanden sich nicht die mindesten reizverdächtigen fremden Gebilde vor. Vielleicht löst sich der Widerspruch zwischen meinen und früheren Angaben durch die Verschiedenheit der Dauer der Nahrungsentziehung: möglich, dass in der ersten Zeit nach einem Verdauungsacte, der ihre Thätigkeit in Anspruch genommen hat, die „ermüdeten“ Drüsen in der That ruhen und erst allmählich die inneren Bedingungen der Secretion wiederkehren. Wie dem auch sei, in jedem Falle geht aus dem Mitgetheilten hervor, dass sich die folgende Schilderung auf Drüsen bezieht, die, wenn auch im Vergleich mit der Verdauungsperiode nur in äusserst geringem Grade thätig, so doch sicher nicht vollständig im Ruhezustande befindlich waren.

2) Ueber die Untersuchungsmethoden siehe den Schluss dieser Abhandlung.

Auf einem solchen Durchschnitte sieht man schon bei mässiger Vergrösserung die pallisadenartig neben einander gestellten, einfachen oder nach unten hin mehr oder weniger verzweigten Drüsenschläuche den räumlich bei weitem am meisten vorwiegenden Bestandtheil der Schleimhaut bilden. An ihnen lassen sich drei Regionen oder Zonen unterscheiden, die ich als Drüsenausgang, Drüsenhals und Drüsenkörper bezeichnen möchte.

Der Drüsenausgang (Fig. I a b) wird durch mehr oder weniger tiefe grubenförmige Einsenkungen der Magenschleimhaut gebildet, welche, mit Cylinderepithel bekleidet, an ihrem untern Ende in der Regel mehrere Drüsenschläuche aufnehmen. In diese setzt sich das Cylinderepithel meist nur noch eine kurze Strecke, mitunter jedoch, namentlich in den Drüsen des Fundus, ziemlich weit fort.

Als Drüsenhals (b c) bezeichne ich den obern engeren Theil der Schläuche, welcher auf Verticalschnitten in der Regel ausschliesslich von rundlichen, gefärbten Zellen erfüllt scheint, — eine Vorstellung, welche durch die Untersuchung des Querschnittes wesentlich berichtigt wird.

Der Drüsenkörper (c—e), der sich nach unten hin oft ein wenig verbreitert, zeigt schon auf den ersten Anblick zwei Arten von Zellen: gefärbte, mit denen des Drüsenhalses übereinstimmend, am Rande, ungefärbte, bei passender Methode jedoch (s. unten im Anhange) mit rothen Kernen versehene Zellen nach der Mitte hin. Schon die bei schwächerer Vergrösserung gezeichnete halbschematische Fig. I, besser die bei 270facher Vergrösserung genau nach Präparaten copirten Schläuche in Fig. XI und XII zeigen, dass die gefärbten Zellen am Rande nicht eine ununterbrochene Lage bilden, sondern durch Zwischenräume von oft ziemlich bedeutender Ausdehnung getrennt werden, in denen die ungefärbten Zellen bis zur Peripherie reichen.

Die gefärbten Zellen des Drüsen-Halses und- Körpers stimmen, wie ich schon hier vorgreifend erwähnen muss, in ihrem wesentlichen Verhalten mit den als »Labzellen« oft geschilderten Drüsen-Elementen überein. Sie verdankten diese Bezeichnung dem Umstande, dass man sie, als die bisher allein bekannten Drüsenzellen, mit der Function der Fermentbildung in den Drüsen betraute. Da nun aber die früher übersehene Anwesenheit einer zweiten Zellen-Art die Hypothese, dass gerade jene ersten Zellen das Pepsin bereiten sollen, ganz und gar fraglich macht, scheint auch die Beibehaltung

des bisherigen Namens nicht mehr gerechtfertigt, ja überhaupt jede Bezeichnung, die eine bestimmte physiologische Function, wenn auch nur hypothetisch andeutet, bedenklich. In Anbetracht des Umstandes, dass die ungefärbten Zellen in der ganzen Ausdehnung des Schlauches nirgends fehlen — denn auch im Drüsenhalse sind sie, wie der Querschnitt lehren wird, vorhanden, — will ich diese als »Hauptzellen«, die gefärbten, welche jenen fast immer aussen aufgelagert sind, als »Belegzellen« bezeichnen.

Behufs vollständiger Uebersicht über die Gestaltung und räumliche Anordnung der im Obigen aufgeführten morphologischen Elemente wird neben der Betrachtung des Längsschnittes eine Querschnitts-Ansicht unumgänglich nothwendig.

Ein Durchschnitt durch den Drüsenausgang nahe der Schleimhautoberfläche (S. Fig. II a) zeigt die Lichtung desselben durch die im Kreise gestellten Cylinder-Epithelien begrenzt. Das Innere dieser Gebilde ist bis auf das der Schleimhaut aufsitzende Ende hell und ungefärbt: der an der letzteren Stelle liegende, in der Regel in ein wenig Protoplasma eingebettete Kern bedingt hier Roth- (resp. bei Anilingebrauch Blau-) Färbung. Wenn die freie Basis des Zellkörpers ausnahmslos offen erscheint, so liegt der Grund davon in der Präparationsweise (Entwässerung durch Alkohol, Behandlung mit Tinctions-Flüssigkeit, Aufhellung durch Glycerin). Im natürlichen Zustande finde ich die Zellen zwar nicht durchweg, aber doch zum grossen Theile geschlossen, wie ich F. E. Schulze[1]) gegenüber betonen muss. Untersuchung einer ganz frischen oder ebensogut einer in einprocentiger Ueberosmiumsäure erhärteten Schleimhaut lässt mir darüber keinen Zweifel. Theilweise freilich sind die Cylinder auch im frischen Zustande geöffnet: diejenigen nämlich, welche die schleimige Metamorphose, die den typischen Entwicklungsgang dieser Zellen bezeichnet, bereits durchgemacht und ihren Inhalt entleert haben. Die mit der Alcohol-Glycerin-Präparation verbundenen Insulten der Gebilde beschleunigen den Vorgang der Eröffnung an der Basis, welcher im natürlichen Zustande erst nach Vollendung der bezeichneten innern chemischen Umsetzung eintritt.

Leichter als auf Längsschnitten bemerkt man auf dem Querschnitte, dass die Belegzellen vereinzelt noch in dieser Drüsengegend

---

1) Dieses Arch. Bd. III. S.

vorkommen (S. in Fig. II der Querschnitte a), und zwar zwischen dem Bindegewebe der Schleimhaut und dem Cylinderepithel, — ein Verhältniss, welches übrigens auch F. E. Schulze an den Magendrüsen des Fuchses constatirt und abgebildet hat[1]).

Trifft der Querschnitt den tiefern Theil des Drüsenausganges (Fig. II b), so erscheinen die Cylinder-Epithelien in verändertem Charakter: niedriger, am freien Ende geschlossen, mit granulirtem, gefärbtem Inhalte und — was bei der Vergrösserung, in welcher Fig. II gezeichnet ist, nicht wiedergegeben werden konnte — mit mehr nach der Mitte zu gerücktem Kerne von ovaler Gestalt und regelmässiger Begrenzung. Zwischen diesen noch nicht schleimig metamorphosirten Cylinderzellen findet sich hier und da, jene verdrängend, eine stark tingirte Belegzelle.

Die beschriebene Zellen-Formation senkt sich in noch mehr verjüngter Gestalt in den Anfang des Halses der einzelnen Drüsenschläuche ein Fig. (II, d): Die plötzliche starke Verkleinerung des Durchmessers des Querschnittes deutet hier an, dass derselbe bereits den Drüsenschlauch selbst getroffen. Ein wenig tiefer tritt in dem Drüsen-Halse eine Aenderung des Verhaltens ein, welche für diese Gegend genau festzustellen zu dem schwierigsten Theile der Untersuchung der Labdrüsen gehört.

Mir sind eine Zeit lang nur Bilder aufgestossen wie Fig. III, welche den Glauben erwecken mussten, dass in dem Halse der Schläuche lediglich gefärbte Belegzellen vorhanden seien. Erst bei immer wieder erneuter Prüfung stellte es sich heraus, dass jene Zeichnungen nicht reinen Querschnitten, sondern schräg zu der Axe der Röhren gefallenen Durchschnitten entsprechen. Darauf weist sowohl der Mangel der auf dem Querschnitte stets sichtbaren Drüsenlichtung, als auch die unregelmässige Gruppirung der Zellen hin; der Umfang der einzelnen dichter gedrängten Zellenhaufen entspricht nicht der Begrenzung der annähernd cylindrischen Schläuche. Ein senkrecht auf die Röhrenaxe geführter, möglichst feiner und nicht zu stark tingirter Durchschnitt zeigt das Bild Fig. IV. In den engen Schläuchen fallen am Meisten die grossen, stark tingirten Belegzellen auf. Zwischen ihnen liegen sehr kleine kegelförmige Zellen, mit der breiten Basis der Wand aufsitzend, mit der Spitze das Drüsen-Lumen erreichend. Sie besitzen einen granulirten, mit-

1) Dieses Archiv III, 178. T. X Fig. 19.

unter leicht gefärbten Inhalt und einen der Basis nahe gerückten, schwach tingirten Kern. Ich hebe hervor, dass die Belegzellen und die Hauptzellen hier noch oft neben einander gelagert sind, wesshalb jene ersteren auch nicht selten in unmittelbare Berührung mit der Lichtung des Schlauches gelangen. Wem es zu mühsam ist, an Alkoholpräparaten die hier gegebene Schilderung zu verificiren, wird vielleicht an in Osmiumsäure (1%) erhärteten Schleimhautstücken leichter zum Ziele gelangen. Nur ist darauf aufmerksam zu machen, dass bei dieser Präparationsweise die Hauptzellen im Verhältniss zu den Belegzellen viel kleiner erscheinen, weil die letzteren nicht so stark wie im Alcohol schrumpfen. —

Gehen wir endlich zu dem Drüsenkörper über (Fig. V). Die Hauptzellen werden grösser, erscheinen von meist kegelförmiger Gestalt, hell oder doch nur sehr schwach granulirt. Ihr Kern ist je nach der Färbungsmethode gar nicht oder als runder tief rother Körper von geringem Umfange sichtbar. (In der Figur ist der untere Theil einem Präparate mit gefärbten, der obere einem andern mit ungefärbten Kernen entnommen). Nach Ausweis reiner Querschnitte (V, a), welche durch Längsschnitte, die das Drüsenlumen getroffen haben, (XI, a, b Vergr. 270) zweckmässig ergänzt werden, bilden die Hauptzellen eine vollständig geschlossene Epithelialröhre, welche innen das enge Drüsen-Lumen begrenzt, aussen entweder unmittelbar an die Schlauchwand stösst oder von dieser durch die sich dazwischen eindrängenden Belegzellen getrennt wird. Bei sehr starker Vergrösserung sieht man mitunter zwischen benachbarte Belegzellen ganz feine Spalten vom Drüsenlumen aus eindringen. Die Lagerung der Belegzellen ist insofern nicht immer die gleiche, als sie bald auf den Raum zwischen den Aussen-Flächen der Hauptzellen und der Schlauchwand sich beschränken, bald die an einander stossenden Seitenflächen der ersteren von aussen her ein wenig aus einander drängen, so dass sie in ausgedehntere Berührung mit diesen Gebilden treten, bald endlich gegentheils von den Hauptzellen bis auf eine kleine Berührungsfläche zurückweichen, indem sie die Wandung des Schlauches nach aussen hin hervortreiben und sich mit einem geringern oder grössern Theile ihres Umfanges in eine so gebildete Ausbauchung der Schlauchwand einlagern. Diese Ausbuchtungen sind aber an den Drüsen hungernder Thiere nie so stark entwickelt wie an denen verdauender. Wie dem auch sei, so ist stets das Princip festgehalten, dass die Belegzellen ausser Berüh-

rung mit dem Drüsen-Lumen bleiben, weil sie von diesem durch die Hauptzellen getrennt werden.

Die Zahl der Belegzellen, welche auf einem Querschnitte erscheint, ist sehr wechselnd, selten so gross, dass sie in geschlossener Reihe die ganze Peripherie einnehmen; in der Regel finden sich zwischen ihnen grosse, durch die Aussenenden der Hauptzellen ausgefüllte Lücken. Mitunter trifft man auf einen Drüsenquerschnitt ohne alle Belegzellen, wie auch die Längsschnitte nicht selten auf ansehnlichen Strecken frei davon sind. Solche Drüsenabschnitte täuschen das Bild von Schleimdrüsen vor; der Zusammenhang mit benachbarten, an Belegzellen weniger armen Abschnitten belehrt eines Bessern. Doch mögen derartige Bilder wohl der Grund sein, weshalb man hier und da von »Uebergangsformen zwischen Lab- und Schleimdrüsen« gesprochen hat, die ich durchaus nicht zugeben kann. Ihre Annahme war nur möglich, so lange das constante Auftreten cylindrischer Zellen in den Labdrüsen übersehen wurde. —

So weit die summarische Uebersicht über die in den Labdrüsen vorkommenden Elemente. Vom rein morphologischen Standpunkte aus könnte man eine nahe Uebereinstimmung im Baue zwischen den Labdrüsen und Schleimdrüsen des Magens hervorheben. In beiden setzt sich im Anschlusse an die Cylinder-Epithelien der Magenoberfläche eine Formation von jenen verschiedner[1]) kegelförmiger oder cylindrischer Zellen nach Art eines Epithels bis in den Grund der Schläuche fort. In den Labdrüsen tritt zu diesen Elementen als eine äussere Auflagerungsschicht die freilich nicht continuirliche Lage der Belegzellen hinzu. Ob aber diese Aehnlichkeit des Baues eine mehr als rein äussere ist, müssen erst weitere, namentlich auch auf die Schleimdrüsen auszudehnende Untersuchungen lehren.

b. Genauere Untersuchung der Haupt- und Belegzellen.

Zur genaueren Charakteristik der beiden in den Labdrüsen vorkommenden Arten von Zellen wird es nunmehr nothwendig, dieselben unter verschiednen äussern Bedingungen zu untersuchen. Denn

1) Dass die Zellen in den Schläuchen der sog. Schleimdrüsen von den Cylinderepithelien der Magenoberfläche wesentlich sich unterscheiden, lehren nächstens mitzutheilende Untersuchungen von Hrn. Dr. Ebstein.

die Methode der Alcohol-Erhärtung, vorzüglich geeignet um die räumliche Anordnung jener Elemente kennen zu lernen, wirkt doch natürlich in vielfacher Beziehung verändernd auf dieselben ein.

Möglichst unveränderter Zustand. Untersucht man die durch Zerzupfen isolirten Schläuche ganz frisch ohne alle Zusätze oder in indifferenten Flüssigkeiten (Jodserum), so zeigt der Drüsenkörper im Allgemeinen einen dunkel granulirten Inhalt, welcher eine diffuse Masse zu bilden scheint. Nur an der Peripherie sieht man die grossen, rundlichen oder elliptischen, fein granulirten Belegzellen durchschimmern, nach aussen durch die Drüsenwandung scharf, nach innen gegen die körnige Nachbarschaft undeutlich begrenzt. Hat man bei Anfertigung eines Schnittpräparates Spuren des sauren Magensaftes von der Oberfläche her auf den Drüsengrund übertragen, so heben die Belegzellen sich heller und durchsichtiger gegen den dunkeln Schlauchinhalt ab. Eine Zerklüftung des letzteren in einzelne Zellindividuen auch nur andeutungsweise zu erkennen, ist völlig unmöglich.

Dies gelingt erst nach längerer Maceration in Jodserum (Fig. VI). Die Belegzellen (a) erscheinen ein wenig gequollen, sehr fein granulirt, die Hauptzellen (b) viel kleiner als jene, stark dunkelkörnig. Beide lassen sich ziemlich leicht isoliren; die Gestalt der letzteren erscheint je nach der Fläche, welche sie dem Beobachter zukehren, cylindrisch resp. kegelförmig oder kubisch, bei nach oben gewandter Basis der Zelle polygonal. Eine Membran ist weder an der einen noch an den andern Zellen zu entdecken.

Destillirtes Wasser, zu den frisch ohne Zusatz isolirten Drüsen hinzutretend, bewirkt eine starke Quellung der Belegzellen, welche dabei heller durchsichtig, grobkörnig und schärfer umrandet werden, während die Hauptzellen, sich ebenfalls aufhellend, zu einer das Innere der Schläuche erfüllenden Masse zerfliessen.

Alkalien. Zur schnellen Demonstration der beiden Zellenformen in den Drüsenschläuchen ist die Anwendung einer 33⁰/₀igen Kalilauge sehr empfehlenswerth. Haupt- und Belegzellen grenzen sich schon innerhalb der Schläuche deutlich gegen einander ab und lassen sich nach einiger Zeit durch Zerzupfen unschwer isoliren. — Verdünnte Kalilösungen führen schnell starke Erblassung der Hauptzellen, geringere der etwas anquellenden Belegzellen herbei. In den letzteren nimmt der Kern eine auffallende Durchsichtigkeit an (wie schon lange von Donders bemerkt worden ist).

Säuren. Die Unterschiede der beiden Zellenarten treten in ihren Reactionen gegen Säuren sehr prägnant hervor.

Salpetersäure von 0,02—0,05% [1]) hellt die Belegzellen auf und lässt sie aufquellen; ihr Kern, im natürlichen Zustande kaum durchschimmernd, erscheint sehr deutlich als körnig gewordenes rundes Gebilde. Die Hauptzellen schrumpfen und gewinnen durch Ausfällung eines in ihnen enthaltenen Körpers ein wo möglich noch dunkleres Aussehen; trotzdem werden ihre früher dem Blicke entzogenen Kerne sichtbar. Wäscht man die Säure durch Wasser aus, so tritt in den Belegzellen eine feinkörnige Trübung ein: es muss sich also in denselben unter dem Einflusse der verdünnten Säure ein in Wasser unlöslicher Körper gebildet haben. Ganz ähnliche Erscheinungen treten auf bei Anwendung von Essigsäure der verschiedensten Concentration (0,5—5%). Der Grad der Quellung der Belegzellen wächst mit steigendem Gehalte der Säure merklich. Dabei treiben die quellenden Elemente die Schlauchwandung kuglig hervor, so dass sie theilweise oder selbst ganz und gar in unter den Augen des Beobachters entstehende Divertikel zu liegen kommen, welche sich vom Schlauche so stark abschnüren können, dass sie mit demselben nur durch einen schmalen Stiel in Verbindung bleiben.

Ganz anders wirken Mineralsäuren höherer Concentration (Salpetersäure, Schwefelsäure, Salzsäure 0,5—5%). Belegzellen wie Hauptzellen werden getrübt und schrumpfen, mit steigender Concentration in immer höherem Grade. Beim Ausspülen der Säure durch destillirtes Wasser quellen und hellen sich die Belegzellen beträchtlich auf; an den Hauptzellen wird jede Aufhellung vermisst, sie scheinen eher noch stärker zu schrumpfen.

Die Prüfung der Reaction der beiderlei Zellenarten gegen die eben besprochenen Alkalien und Säuren hat für mich ganz vorzugsweise den Werth, mit neuen Mitteln den scharf ausgeprägten Unterschied der Haupt- und Belegzellen darthun zu können. Je schwerer erklärlich es ist, dass bisher die eine Zellenart unbeachtet blieb, desto mehr liegt mir die Verpflichtung ob, die Beweise für die Natur derselben als von den Belegzellen vollkommen zu trennender Gebilde zu häufen. Schlüsse auf specifische Merkmale bezüglich der chemischen Constitution jener Elemente lassen sich aus ihrem

---

1) Die Concentrationen sind stets durch Titrirung genau bestimmt.

Verhalten gegen die Alkalien und Säuren kaum ableiten. Die Belegzellen verhalten sich wie alle albuminatreichen zelligen Gebilde des Organismus. Die Hauptzellen könnten durch die bei Anwendung von Essigsäure jeder und von Mineralsäureu sehr geringer Concentration eintretende Trübung den Verdacht eines Mucingehaltes erwecken. Allein sollte dieser Bestandtheil auch vorhanden sein, so ist er es gewiss nur in untergeordneter Menge, denn sonst müssten Mineralsäuren hoher Concentration gegenüber der Essigsäure und den verdünnten Mineralsäuren aufhellend wirken, wie es bei den Schleimzellen der Speicheldrüsen geschieht. In jedem Falle erlaubt das Verhalten gegen die Mineralsäuren den Schluss auf einen reichlichen Eiweissgehalt in den Hauptzellen. Der Eiweisskörper muss aber andrer Art als in den Belegzellen sein: darauf weist das verschiedene Verhalten der beiderlei Zellen gegen die Tinctionsflüssigkeiten hin. —

Uberosmiumsäure, in einprocentiger Lösung auf kleinere Schleimhautstücke angewandt, ertheilt nach 24 Stunden denselben eine angenehme Schnittconsistenz. Haupt- wie Belegzellen färben sich mässig; erstere erscheinen fast homogen, mit deutlich hervortretendem geschrumpftem, eckigem Kerne, letztere durch und durch fein granulirt mit rundem hell durchschimmerndem Kerne. Die Gestalt und das relative Grössenverhältniss beider Zellenarten wird weniger verändert als durch den Alcohol, so dass diese Methode als Ergänzung sehr werthvoll ist.

Ebenso empfehlenswerth ist das doppelt chromsaure Kali (1 Vol. kalt gesättigter Lösung mit $^1/_2 - 1$ Vol. Wasser verdünnt). Die körnigen Belegzellen werden stark gelb gefärbt, ihre Kerne erscheinen deutlich contourirt; die mehr homogenen Hauptzellen werden wenig gefärbt, ihre Kerne sind nicht sichtbar. Legt man die Schleimhautstücke nach mehrtägigem Aufenthalte in der Lösung jenes Erhärtungsmittels in Alcohol, wobei vorher für Entfernung des überschüssigen gelben Salzes durch Wasser Sorge zu tragen ist, so erhält man nach 24 Stunden leicht feine Durchschnitte, die, in Glycerin aufgehellt, vortreffliche Bilder geben. Nach solchen Präparaten sind die beiden Querschnitte in Fig. VII gezeichnet.

c. Einige Bemerkungen bezüglich der Schlauchmembran und des Zwischengewebes.

Die oben geschilderten, das Drüsen-Innere constituirenden Ele-

mente sind von einer membrana propria eingeschlossen, an welcher bereits vor mehreren Jahren Henle[1]) sternförmige Zellen bemerkte. Der Hund gehört nicht zu den Thieren, bei welchen diese Structurelemente vorzugsweise stark entwickelt wären. Immerhin sieht man sie oft genug auf Verticalschnitten der Schleimhaut nach Carmin- oder Anilinblau-Tinction mit ihren Ausläufern zwischen den Belegzellen hindurch ziehen, namentlich deutlich im obern Theile des Drüsenkörpers und im Drüsenhalse. Wenn zahlreicher sichtbar, bilden die Ausläufer eine Art Gitterwerk, in dessen Maschen je eine Belegzelle liegt. Ich glaubte zuerst, als ich die Bälkchen dieses Netzwerkes sah, in das Innere der Drüse eindringende Bindegewebszüge vor mir zu haben, bis mich Untersuchung zahlreicher Querschnitte eines Bessern belehrte. Viel ausgebildeter als beim Hunde ist das System dieser Zellen beim Schweine (S. Fig. 20).

Ueber die Bedeutung jener sternförmigen Zellen, deren Seitenstücke schon früher Henle[2]), später ich[3]) und Boll[4]) in den Speicheldrüsen beschrieben, kann nach den neueren Ermittlungen des letzteren Forschers[5]), die übrigens mit der Beschreibung Henles ganz übereinstimmen, ein Zweifel nicht mehr bestehen. Sie bilden mit ihren Ausläufern ein weites Flechtwerk, zwischen dessen Balken sich die zarte tunica propria ausspannt, stellen also ein Stützgewebe für den Aufbau der Drüsenröhren dar.

Bezüglich der Zusammenfassung der Drüsen zu kleineren und grösseren Paqueten, welche von einander durch stärkere, namentlich in der Gegend des Drüsenhalses- und Ausganges entwickelte Bindegewebsmassen geschieden sind, bezüglich der in das Bindegewebe eingestreuten lymphoiden Elemente u. s. f. will ich Bekanntes nicht wiederholen. Doch scheint es, gegenüber hier und da ausgesprochenen Zweifeln, nicht überflüssig, der Anwesenheit von Zügen contractiler Faserzellen zu gedenken. Sie zweigen sich aus der unter dem Drüsengrunde ausgebreiteten muscularis mucosae ab, zie-

---

1) Eingeweidelehre. Braunschw. 1866. S. 46.

2) A. a. O.

3) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. IV. S. 22. T. IV. Fig. X.

4) Archiv f. mikr. Anatomie Bd. IV (Thränendrüse) und V (Bindesubstanz der Drüsen).

5) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Diss. Berlin 1869. S. 14.

hen zwischen den Schläuchen in die Höhe und schlagen in der Gegend des Drüsenhalses eine quere Richtung ein, wie besonders schön an künstlicher Verdauung unterworfenen Schleimhautschnitten zu bemerken Gelegenheit ist. Meine Beobachtungen stimmen bezüglich der Anordnung dieser Elemente am Besten mit denen von Klein[1]) überein.

d. Verschiedenheiten der Labdrüsen in verschiedenen Gegenden des Magens.

Von dem bisher geschilderten allgemeinen Verhalten weichen die Labdrüsen in wesentlichen Puncten nirgends ab. Zwar werden Nachuntersucher hier und da die Hauptzellen in Bezug auf ihre Grösse, den Grad ihrer Trübung und ihre Tinctionsfähigkeit etwas anders beschaffen finden, als ich sie bisher beschrieben. Allein diese Unterschiede rühren davon her, dass die Labdrüsen auch bei längerem Hungerzustande keineswegs als völlig unthätig zu betrachten sind[2]), und dass die mehr oder weniger energische secretorische Thätigkeit erhebliche Abänderungen herbeizuführen vermag, worüber bald weitere Aufklärung erfolgen wird. Abgesehen von diesen von dem Functionszustande abhängigen Umgestaltungen kommen hauptsächlich in folgenden Puncten Differenzen vor, die z. Th. schon früher beiläufig erwähnt sind.

1. Die Zahl der Belegzellen kann eine grössere oder geringere sein. Diese Schwankungen machen sich besonders im untern Theile des Drüsenkörpers bemerklich. Man sieht hier auf Längsschnitten bald continuirliche Reihen der Belegzellen beiderseits die Peripherie der Schläuche einnehmen, bald die Zellen mehr vereinzelt und durch breite Lücken von einander getrennt auftreten.

2. Die Schläuche können einfach oder an ihrem untern Ende getheilt sein.

3. Das Cylinderepithel kann vom Drüseneingange aus mehr oder weniger tief in den Schlauch hinein reichen. Sehr tief, selbst bis zur Hälfte der ganzen Drüsenlänge, geht es oft in den kurzen Schläuchen der dünneren und blasseren Schleimhaut des fundus ventriculi.

Alle diese Unterschiede sind aber von nebensächlicher Bedeu-

---

1) Stricker's Handbuch der Gewebelehre. S. 391.

2) S. oben Anmerkung zu 1.

tung. Das allgemeine Princip des Baues bleibt überall dasselbe: eine innere Formation von Hauptzellen und eine äussere Formation von Belegzellen kehrt überall wieder.

2. Die Drüsen des gefütterten Thieres.

Eingedenk der merkwürdigen Veränderungen, welche die secretorischen Elemente der gld. submaxillaris des Hundes nach anhaltender Reizung der chorda tympani erfahren, habe ich mich zunächst bemüht, für die Labdrüsen einen Nerven von ähnlicher Bedeutung, wie sie jener Zweig für die Unterkieferdrüse besitzt, aufzufinden. Leider vergeblich![1]) Da die in der Anmerkung verzeichneten Be-

1) Ich habe zuerst den nerv. vagus in Angriff genommen, freilich von vornherein nicht mit grossen Hoffnungen, da ja nach den Beobachtungen zuverlässiger Forscher die Absonderung normalen Magensaftes in normaler Menge durch die Trennung beider vagi gar nicht oder doch nur ganz vorübergehend gehemmt wird. Allein ganz bindend ist dieser Beweis gegen die Einwirkung der gedachten Nerven auf die Secretion nicht. Wissen wir doch auch, dass die Bewegungen des Magens nach Durchschneidung der herumschweifenden Nerven fortdauern, obschon diese Nerven einen zweifellosen und kräftigen Einfluss auf die Bewegungen bei ihrer Reizung äussern. Die Versuche wurden an Fistelhunden angestellt, denen ich einen Fergusson-schen Scheidenspiegel in den Magen einführte, um bestimmte Schleimhautbezirke bei hellem Lichte während der Reizung in's Auge fassen zu können. Bei dem ersten Reizversuche an dem peripherischen Ende eines durchschnittenen vagus schien in der That ein positives Resultat sich herauszustellen, als die tetanisirenden Ströme des Magnetelectromotors in bedeutender Intensität angewandt wurden. Es quollen reichliche Massen sauer reagirenden Schleimes durch die eingeführte Spiegelröhre hervor. Allein bald wurden diese gallig gefärbt und mit ihnen erschienen trotzdem, dass der Magen bei Anfang des Versuches vollkommen leer war, gallig tingirte Kartoffelstückchen, — ein Beweis, dass die stark gereizten vagi den Dünndarm zu antiperistaltischen Bewegungen veranlassten, welche einen Theil des Darminhaltes in den Magen zurückbeförderten. Ein zweiter Versuch zeigte dieselbe Erscheinung in noch weit auffallenderem Grade. Dass nicht etwa neben diesem Zurücksteigen von Dünndarm-Inhalt doch eine Secretion im Magen stattfand, lehrte ein dritter Versuch, bei welchem das speculum, statt durch eine Fistelöffnung, nach Eröffnung des Dünndarmes vom pylorus aus in den Magen eingeführt wurde. Hier blieb bei Vagus-Reizung jeder Ausfluss aus der Röhre aus. Man muss dabei nicht übersehen, dass anfangs bei Einführung des Spiegels die mechanische Reizung der Schleimhaut Absonderung hervorruft. Am sichersten weist die Einflusslosigkeit des vagus die directe Beobachtung der im Grunde der

mühungen sich erfolglos gezeigt, sah ich mich auf Fütterungsversuche angewiesen, die mich zwar bald zu der Ueberzeugung führten, dass der Act der Absonderung mit wesentlichen morphologischen Umgestaltungen der Drüsen-Elemente verbunden sei, aber doch lange in die peinliche Lage versetzten, die Abweichungen von dem für den Hungerzustand charakteristischen Verhalten sich scheinbar regellos bald in dem einen, bald in dem andern Sinne gestalten zu sehen. Der Zusammenhang der verschiedenen beobachteten Bilder wurde mir erst klar, nachdem ich eine grössere Zahl von Fütterungsversuchen mit systematischer Berücksichtigung der verschiedenen Verdauungsstadien angestellt[1]).

Nach Durchmusterung einer ausreichenden Anzahl von Präparaten, die den unten verzeichneten Mägen entnommen worden, glaube ich eine genügende Uebersicht über die Zustands-Aenderungen, welche die Magendrüsen während ihrer Thätigkeit erfahren, erlangt zu haben. Die folgende Schilderung lehnt sich an die mittelst eines Oberhäuser'schen Zeichnen-Prismas bei 270facher Vergrösserung genau aufgenommenen Figuren XI—XV an.

Fig. XI und XII stellen, jene die untern Enden der Drüsenkörper, diese den ganzen Körper und den untern Theil des Drüsenhalses von einem 5 Tage ohne Nahrung gehaltenen Hunde dar.

Spiegelröhre liegenden Schleimhautfläche nach; sie liess niemals Secretion wahrnehmen.

Ebenso vergeblich war das Bemühen, durch Reizung des centralen Endes eines vagus reflectorisch Secretion zu erzielen.

Weiter richtete ich meine Aufmerksamkeit auf den nv. splanchnicus. Gereizt wurde derselbe bei zwei curarisirten Fistelhunden in der rechten Brusthälfte, woselbst er leicht zu erreichen ist. Die einzige durch die Spiegelröhre bemerkte Veränderung war bei der jedesmaligen Reizung eine deutliche Erblassung der Schleimhaut und eine geringe relative Lagenverschiebung ihrer Fältchen.

Endlich wurde ebenso vergebens das Rückenmark bezüglich eines etwaigen secretorischen Einflusses geprüft.

1) Die nachstehende Tabelle giebt eine Uebersicht über das meinen Untersuchungen zu Grunde liegende Material. Zum Verständniss habe ich zu bemerken, dass der Ausdruck »gewöhnliche Diät« sagen will, die Thiere seien täglich ein Mal um Mittag mit Küchenabfällen (Knochen, Fleisch Kartoffeln u. s. f.) in zu ihrer Erhaltuug ausreichender Menge gefüttert worden; sowie dass die »letzte Mahlzeit« immer in solcher Quantität, wie die Thiere sie auf ein Mal zu sich nehmen wollten, gegeben worden ist.

Ich habe diese Figuren schon oben bei der Schilderung des Verhaltens unthätiger Drüsen z. Th. mit benutzt. Ihre Nebeneinanderstellung ist mir an dieser Stelle wesentlich, um zu zeigen, dass der Durchmesser der Schläuche im Hungerzustande ziemlichen Schwankungen unterliegen kann (vergl. XII und XI a), ohne dass der sonstige Charakter derselben sich merklich ändert. Die gröste Breite (XI a) ist aber im Hungerzustande relativ wenig vertreten; die überwiegende Mehrzahl der Schläuche bewegt sich in Dimensionen

Nr.	Stunden seit der letzten Mahlzeit.	Bestandtheile derselben.	Voraufgegangene Diät.	Bemerkungen.
1	2	Fleisch	2 Tage Hunger	
2	$2^1/_2$	Brot u. Kartoffeln	Gewöhnliche Diät	
3	$3^1/_2$	Fleisch, Brot, Kartoffeln	desgl.	
4	4	Brot u. Kartoffeln	desgl.	
5	4	Knochen	36 Stunden Hunger	
6	$5^1/_2$	Fleisch	Gew. Diät	
7	6	Brot u. Kartoffeln	Gew. Diät	
8	14	Fleisch	2 Tage Hunger	Der Magen enthält noch Speisereste.
9	20	Fleisch	Gew. Diät	desgl.
10	20	Fleisch	14 Tage Fleisch ad libitum	Magen bereits leer, Darmchylusgefässe stark gefüllt
11	25	Fleisch	Gew. Diät	Im Mag. noch klein. Reste.
12	36	Fleisch	Gew. Diät	Magen leer.
13	?	Fleisch	10 Tage Fleisch ad libitum	Bei diesen 5 Vers. konnte die Stunde seit der letzten Nahrungsaufnahme nicht bestimmt werden, weil die Thiere stets so reichlich mit Futter versehen wurden, dass ihnen dasselbe nie ausging.
14	?	Fleisch	4 Tage desgl.	
15	?	Gemischtes Futter	4 Tage ad libitum	
16	?	desgleichen	11 Tage gem. Futter ad libitum	
17	?	Kartoffeln u. Fett	Kart. u. Fett 11 Tage ad libitum	

Ausserdem wurden noch folgende 3 Versuche angestellt:

18. 3 Tage Hunger, am 3. Tage Verschlucken einer beträchtlichen Menge gereinigten Badeschwamms, Tod nach 6 Stunden. Die noch nicht in den Darm übergegangenen Schwammstücke hatten sich mit Magensaft stark imbibirt, welcher intensiv sauer reagirte und Fibrinflocken schnell löste.
19. 3 T. Hunger; am 2. und 3. Tage früh Verschlucken von Schwamm, Tod am 4. T. früh. Die Schwammstücke hatten den Magen verlassen und waren bereits bis zum Mastdarm vorgedrungen. Die Schleimhaut des ganzen Darmcanales war durch dieselben blank geputzt.
20. 3 T. Hunger; am 4. und 5. T. früh und Abends, am 6. T. früh Schwämme. Tod nach etwa 5 St., im Magen noch Schwammreste, von Magensaft durchtränkt.

zwischen den Grenzen, welche die Abbildungen XI b und XII bezeichnen.

Ist nach Einführung von Speisen innerhalb der ersten Stunden die Verdauung in Gang gekommen und lebhafte Magensaftsecretion eingeleitet, so erscheint die nach längerem Hungerzustande blasse und niedrige Schleimhaut lebhaft geröthet und turgescirend, am stärksten in dem mittleren Theile des Magens an der vordern und hintern Wand und längs der grossen Curvatur, schwächer im fundus und an der faltenlosen kleinen Curvatur. Auf Durchschnitten erweisen sich die Labdrüsen erheblich vergrössert (Fig. XIII), namentlich verbreitert. Die sofort in die Augen springende Veränderung ihres Innern bezieht sich auf die Hauptzellen. Doch ist der Zustand derselben nicht in der ganzen Länge des Schlauches der gleiche. Im untern Theile der Schläuche erscheinen sie beträchtlich geschwellt und durch eine feinkörnige Masse getrübt, deren Körnchen Anilinblau aufgenommen haben, wodurch die ganzen Zellen einen blauen Ton erhalten. Im obern Abschnitte sind die Schläuche enger, die Hauptzellen in ihrem Innern von gröbern Körnchen durchsetzt und durch das Anilin stärker gebläut. Die Belegzellen, welche ebenfalls im Durchschnitte gegenüber dem Hungerzustande an Volumen zugenommen zu haben scheinen, springen meist stark halbkuglig oder warzenförmig über die äussere Oberfläche der Schläuche hervor, zeigen aber sonst keine in die Augen fallende Wandlung.

Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen dem eben geschilderten und dem für die Unthätigkeit während des Hungerzustandes charakteristischen Verhalten der Drüsen? Sind die hier vorhandenen Hauptzellen neue Gebilde, an Stelle der zu Grunde gegangenen früheren getreten, oder sind sie Umwandlungsproducte der letzteren? Ich bin nicht zweifelhaft, dass es sich hier nicht um Untergang und Neubildung, sondern lediglich um verschiedene Functionszustände derselben Elemente handelt. Wenn man eine grössere Zahl von Präparaten aus der 2ten bis 4ten Verdauungsstunde durchmustert, sieht man alle Uebergangsstufen von dem einen Verhalten (Fig. XI u. XII) zu dem andern (Fig XIII). Zeichen eines Zellenunterganges und entsprechender Neubildung durch Theilung habe ich dagegen nie wahrnehmen können.

Wenn die Hauptzellen um dieselbe Zeit, in welcher die lebhafteste Secretion von Magensaft stattfindet, an der sie doch sicher betheiligt sind, ihr Volumen nicht verkleinern, sondern vielmehr ver-

grössern[1]), kann die Erklärung dafür nur in einem Missverhältniss zwschen Stoffaufnahme und Stoffabgabe liegen: sie haben aus dem vom Blute gelieferten Material viel mehr Substanzen aufgespeichert, als an das Secret verloren. Gleichzeitig ist aber ihr chemischer Charakter verändert, wie die im Hungerzustande weit schwächere Trübung und ganz fehlende Bläuung beweist. Ich muss hier, der Besprechung der Untersuchungsmethode vorgreifend, darauf hinweisen, dass der Grad der Bläuung durch Anilin (oder Röthung durch Carmin) von einer grossen Anzahl von Umständen abhängt, die bei der Beurtheilung der Präparate erwogen sein wollen. Die Concentration der färbenden Flüssigkeit, die Menge in welcher sie angewandt wird, die Zeitdauer ihrer Einwirkung auf die Präparate, die Dicke der Schnitte, alle diese Momente fallen ins Gewicht. Ich habe nie Präparate eines verdauenden Magens beurtheilt, ohne gleichzeitig unter ganz genau denselben Bedingungen Schnitte eines Hungermagens zu färben. Wenn bei ängstlicher Sorgfalt in Bezug auf die Gleichheit der Bedingungen, unter denen die Tinction geschieht, das Resultat derselben constant bei den einen Präparaten auffallend anders ausfällt als bei den andern, so ist die Berechtigung zu der Annahme zweifellos, dass diese Differenz ihren Grund in einer Verschiedenheit der Objecte hat.

Was ist nun aber die Ursache der stärkern Färbung in dem einen Falle? Offenbar die chemische Natur der von den Zellen aufgenommenen Substanzen, welche wenigstens der Hauptsache nach den Albuminaten angehören. Aber auch die sich wenig oder gar nicht färbenden Zellen des Hungermagens sind nicht arm an Substanzen, welche wesentliche Eigenschaften der Albuminate besitzen, wie die früherhin mitgetheilten microchemischen Reactionen beweisen. Es muss deshalb ein Unterschied bestehen zwischen der Natur der Eiweisskörper, welche während des Verdauungszustandes in die Hauptzellen übergehen, und derjenigen, welche sich einige Zeit nach vollendeter Verdauung in denselben Zellen vorfinden. Was sich färbt,

---

1) Sehr albuminatreiche Zellen, welche in Alkohol erhärtet sind, quellen wegen der Gerinnung der Albuminate in Glycerin weniger auf, als Zellen, die ärmer an in Alcohol coagulabler Substanz sind. Man könnte deshalb den Volumsunterschied der Schläuche resp. Hauptzellen im Hunger- und Verdauungszustande auf die verschiedene Quellbarkeit der Drüsenkörper nach der Alcoholbehandlung zurückführen wollen. Allein auch die Untersuchung im ganz frischen Zustande lässt über die Differenz des Umfanges keinen Zweifel.

bezeichnet das während der secretorischen Thätigkeit aufgenommene Material, was sich nicht färbt, ein durch die in der Zelle sich abspielenden chemischen Processe entstandenes Umwandlungsproduct desselben. Der Grad der Färbung hängt von dem relativen Mengenverhältniss der einen und der andern Substanz in den Zellen ab und kann deshalb, je nach dem Verhältniss der Geschwindigkeit der Aufnahme und des Umsatzes variiren: oft genug sieht man gefärbte körnige Massen neben nicht gefärbten im Innern der Zellen liegen. Jene pflegen die Kerngegend einzunehmen oder hier doch am dichtesten angesammelt zu sein. So wird die Tinctionsmethode ein werthvolles Mittel, um das Vorhandensein chemischer Differenzen auf den ersten Blick wahrnehmbar zu machen, wo sie ohne dasselbe weit schwieriger zu entdecken sind: wenn schon auch an nicht tingirten Präparaten die stärkere Trübung der Zellen des verdauenden Magens schliessen lässt, dass die Zusammensetzung der Zellsubstanz gegenüber dem Hungerzustande eine andre geworden ist.

Die Erwägung also der Verschiedenheiten, welche die Hauptzellen des hungernden und des in den ersten Verdauungsstadien befindlichen Magens zeigen, führt zu dem Schlusse, dass neues Material behufs der Secretbildung in die Zellen übergeht, und zwar in grösserer Menge, als sie Inhaltsbestandtheile an das Secret abgeben.

Die Zeit, welche nach der Speiseaufnahme verfliesst, bis die Drüsenschläuche die geschilderte Umgestaltung zeigen, der Grad derselben und ganz besonders die Zeitdauer ihres Bestehens sind in gewissem Grade veränderlich nach der Art der Ingesta, ihrer Menge und, wie es scheint, auch nach dem allgemeinen Ernährungszustande der Thiere. Nach reichlicher Fleischaufnahme tritt die Schwellung der Schläuche und die Trübung der Hauptzellen bereits nach 2 Stunden unverkennbar hervor; nach 4 Stunden sah ich sie auf voller Höhe, sowohl nach Fütterung mit Fleisch als mit Knochen oder Brot und Kartoffeln. In den spätern Verdauungsstunden findet man dagegen die Schläuche in der Regel in einem andern Zustande, der sich aus dem vorhergehenden zwar continuirlich entwickelt, aber doch ein so wesentlich verschiedenes Bild gewährt, dass ich ihn geradezu als ein zweites Stadium der Drüsenveränderung bezeichnen möchte. Um welche Stunde nach Ingestion der Speisen man diese neue Veränderung trifft, darüber kann ich etwas allgemein Gültiges nicht anführen. Nach Brotfütterung war sie um die 6te Stunde

bereits sichtbar, nach Fleischfütterung traf ich sie um die 14te Stunde, als der Magen noch Speisereste enthielt, sehr deutlich ausgeprägt. Als ich den Magen durch Einführung von Schwämmen reizte, gaben gegen die 6te Stunde alle Drüsen das gleich zu beschreibende Bild in sehr drastischer Weise; ja es ist mir fraglich, ob bei dieser Secretions-Erregung der früher geschilderte Zustand sich überhaupt in sehr charakteristischem Grade ausbildet.

Dieses zweite Stadium (Fig. XIV und XV) kennzeichnet sich gegenüber dem ersten wesentlich durch Abschwellung der Drüsenschläuche, beruhend auf starker Verkleinerung der Hauptzellen, die jedoch in hohem Grade getrübt und tinctionsfähig bleiben. In Fig. XIV stellt a b den untern Theil eines Drüsenkörpers aus der 14ten Stunde der Verdauung dar. Die Hauptzellen gleichen wegen des grobkörnigen Aussehens denen im oberen Theile der Schläuche in Fig. XIII. Das obere Ende a c desselben Schlauches in Fig. XIV lässt wegen ungemein starker Färbung die Umrisse der Hauptzellen kaum erkennen. Diese tiefe Bläuung beruht darauf, dass das Lumen des Schlauches von einer körnigen Masse ausgefüllt ist, die sich mit dem Farbstoffe ungemein stark geschwängert hat. Ich habe im obern Theile der Drüsenschläuche ein derartiges Verhalten öfters bemerkt: es scheint, dass durch die Alcoholwirkung bei der Erhärtung ein Secretbestandtheil innerhalb des Drüsenlumens unter jener eigenthümlichen Form ausgeschieden ist. — Noch stärker als in Fig. XIV ist in dem durch Fig. XV repräsentirten Falle die Verkleinerung, Trübung und Färbung der Hauptzellen gediehen. Viele Drüsenschläuche des Thieres, welches längere Zeit sehr reichlich mit gemischtem Futter ernährt worden war, erschienen in solchem Grade zusammengefallen, dass die Belegzellen der beiden Seitenränder auf Längsschnitten sich fast zu berühren schienen. In ähnlichem Grade habe ich die Verkleinerung und Trübung der Hauptzellen nur noch nach wiederholter Reizung der Magenschleimhaut durch Schwämme eintreten sehen.

Vergleichen wir den eben geschilderten Drüsenzustand mit dem früheren, so liegt der Hauptunterschied in der Volumsverminderung, welche die Hauptzellen bei fortbestehender oder vielmehr sich noch verstärkender Trübung und Färbung erfahren. Wie die Schwellung dieser Elemente in der ersten Verdauungszeit auf einem Ueberwiegen der Stoffaufnahme über die Abgabe, so beruht die jetzige Abschwellung, — ich wüsste keine andre Deutung — auf einem Vorwiegen der Abgabe über die Aufnahme. Während der langen Se-

cretionsdauer, die bei einer sehr reichlichen Mahlzeit, so lange der Magen noch Inhalt enthält, sich über einen Zeitraum von zwölf und mehr Stunden ausdehnt, findet fortdauernd Aufnahme von Secretionsmaterial, chemische Umsetzung desselben in den Zellen und Abgabe nach aussen hin statt. Ob die Einnahmen die Ausgaben oder umgekehrt die letzteren jene übertreffen, drückt sich in der Umfangs-Zunahme oder Abnahme der Zellen aus. Die chemische Verarbeitung des Aufgenommenen hält offenbar mit der Abgabe des bereits Verarbeiteten in der spätern Verdauungszeit nicht gleichen Schritt, sondern erfolgt langsamer als jene. Daher bleiben die Zellen zuletzt mit unverarbeitetem Material, dessen Anwesenheit die grosse Dichtigkeit der Trübung und Intensität der Bläuung verräth, beladen zurück. Wenn nach Entleerung des Magens die Secretion cessirt, findet allmählig, aber langsam, Umsetzung der granulösen färbbaren in eine mehr gleichartige nicht färbbare Substanz statt, und damit erlangen die Zellen die Charaktere, welche wir als für den längeren Hungerzustand gültig bereits kennen gelernt haben.

Ich habe bei der bisherigen Darstellung fast ausschliesslich die Hauptzellen berücksichtigt. Die Belegzellen bieten, abgesehen von einer, wie es mir nicht selten vorkam, ebenfalls merklichen Volumszunahme, Differenzen ihrer Charaktere nicht dar. Oft fällt es auf, dass in dem zweiten Stadium der Verdauung die Belegzellen dichter an einander gedrängt liegen, als in dem ersten Zeitraume, was auf eine Vermehrung derselben bezogen werden könnte. Doch muss ich wiederholen, dass sie in Drüsen des hungernden Thieres nicht selten ebenfalls in continuirlicher Reihe an der Schlauchperipherie anzutreffen sind. Ich möchte deshalb die gedrängte Lagerung derselben eher auf die verschiedene Ausdehnung der Schläuche in den verschiedenen Zuständen beziehen. Es liegt ja auf der Hand, dass mit der Vergrösserung der Schlauch-Dimensionen, welche durch eine Volumszunahme der Hauptzellen bedingt wird, die Belegzellen sich von einander entfernen müssen, während sie beim Zusammenfallen der Schläuche wieder an einander rücken werden. Symptome einer lebhaften Vermehrung der Belegzellen sind mir nicht in so zweifelloser Weise aufgestossen, dass ich eine solche anzunehmen berechtigt wäre, wenn schon ich nicht läugnen kann, dass hier und da, freilich stets sparsam, Formelemente auftreten, die als in der Entwicklung begriffene Belegzellen gedeutet werden könnten.

An Schleimhautstücken nämlich, welche mehrere Wochen in

doppeltchromsaurem Kali erhärtet, dann von dem überschüssigen Salze durch Auswässerung befreit sind und auf Längsdurchschnitten in Glycerin untersucht werden, fallen ausser den fast farblosen Hauptzellen und den hellgelb tingirten Belegzellen vereinzelt in dem untern Theile der Schläuche kleine zellige Gebilde auf, welche sich zunächst durch ihre tief dunkle Gelbfärbung vor den übrigen Drüsenelementen auf das Entschiedenste hervorthun. Sie liegen in der Regel an der Schlauchperipherie, drängen sich aber auch hier und da zwischen die Hauptzellen ein. Ihr Kern gleicht ganz und gar dem der Belegzellen; derselbe ist jedoch nur von einer schmalen Zone Protoplasmas umgeben. (Vgl. XVI a und α, wo ich diese Zellen aus den Drüsen des Kaninchens abgebildet habe, und Fig. XVIII a, ebenfalls vom Kaninchen. Beim Hunde sehen sie ganz ebenso aus.) Mein erster Verdacht bei Beobachtung dieser Gebilde ging auf eine Verstümmelung von Belegzellen durch den Schnitt hinaus; ich glaubte Abschnitte dieser letzteren Elemente vor mir zu haben, bei einer zufälligen Messerführung durch die Kerngegend derselben gebildet. Allein theils die auffallend starke Färbung des schmalen Protoplasmaringes jener kleinen Zellen durch das doppeltchromsaure Kali, wie sie unter gleichen Umständen keine einzige der zweifellosen Belegzellen zeigte, theils die Möglichkeit, dieselben auch an Zerzupfungspräparaten im Innern uneröffneter Schläuche darzustellen, widerlegte jene Vermuthung. Ueber das negative Resultat bin ich aber hinauszukommen nicht im Stande gewesen. Ob sie wirklich junge in der Entwicklung begriffene Belegzellen darstellen, — die grosse Kernähnlichkeit könnte eine solche Verwandtschaft plausibel machen, — wage ich nicht zu entscheiden. Sollte das aber auch der Fall sein, so würde die überaus grosse Seltenheit ihres Vorkommens den Beweis für eine nur spärliche Erneuerung der Belegzellen liefern, die sich überdies nicht an eine bestimmte physiologische Thätigkeitsphase der Labdrüsen knüpft. Denn sie kommen regellos sowohl bei hungernden als bei stark gefütterten Thieren bald ganz einzeln, bald etwas häufiger, bald in vielen Schläuchen gar nicht vor.

Bevor ich diesen Abschnitt schliesse, muss ich im Interesse etwaiger Nachuntersuchungen hervorheben, was sich eigentlich der Natur der Sache nach von selbst versteht, dass die von mir geschilderten und in den Abbildungen veranschaulichten Drüsenzustände nur die äussersten Grenzen einer continuirlichen Entwicklung dar-

stellen, die sich natürlich durch alle denkbaren Uebergangsstufen zwischen den drei Haupttypen (Fig. XI—XII, Fig. XIII und Fig. XIV—XV) vollzieht. Man würde sehr irren, wenn man an die Untersuchung der Magenschleimhaut in der Voraussetzung ginge, alle Labdrüsen gleichzeitig in der gleichen Phase ihrer Veränderung anzutreffen. Die einen Drüsen durchlaufen schneller, die andern langsamer ihre Metamorphosen-Reihe, bei den einen prägen sich die Wandlungen stärker, bei den andern schwächer aus. Das letztere bezieht sich namentlich auf die Volumsveränderung der Hauptzellen, die ja lediglich von dem Verhältniss der Stoffaufnahme zur Stoffabgabe abhängt und nach den Schwankungen dieses Verhältnisses sich selbst verschieden gestalten muss. Man wird demzufolge während der Verdauung an einer Stelle des Magens die Anschwellung der Drüsen auf ihrer vollen Höhe, an einer andern bereits die Abschwellung mehr oder weniger weit vorgeschritten finden. Leicht möglich, dass es unter Umständen sogar zu keiner hochgradigen Anschwellung kommt, wie es z. B. bei der Reizung der Magenschleimhaut durch Schwämme der Fall zu sein scheint. Während des Hungerzustandes ferner, der, wie wir wissen, nicht eine völlige Unthätigkeit der Drüsen bedingt, findet man mitunter Schläuche, deren Hauptzellen durch eine merkliche Trübung und Tinctionsfähigkeit ihre Mitschuld an dem immerhin relativ spärlichen Secrete des Magens verrathen. In der Unmöglichkeit, die Drüsenthätigkeit ihrem Grade und ihrer Dauer nach durch Fütterung so sicher zu beherrschen, wie bei den Speicheldrüsen durch Erregung ihrer Nerven, liegt eine grosse Schwierigkeit für die Beurtheilung der an den Drüsen wahrgenommenen Erscheinungen, weil sie in ihrem Auftreten mancherlei Schwankendes zeigen. Die Auffindung des gesetzlichen Zusammenhanges fordert die volle Ausdauer des Beobachters in der möglichsten Vervielfältigung der Untersuchung heraus.

In dem Obigen ist bei Besprechung des Verdauungszustandes der Magenschleimhaut nur der Labdrüsen gedacht worden. Bezüglich des Zwischengewebes will ich die Bemerkung nicht unterlassen, dass in demselben sich oft so grosse Mengen von Lymphkörperchen vorfinden, wie sie mir während des Hungerzustandes nicht vorgekommen sind. Der häufigste Sitz grösserer Ansammlungen dieser Elemente ist die tiefe, an die muscularis mucosae anstossende Gegend der Drüsenschicht.

Ich habe mich bisher auf den einfach beschreibenden Stand-

punct gestellt, mit Unterdrückung aller physiologischen Erörterungen, zu denen Anregung genug gegeben wäre. Zweckmässiger Weise übe ich diese Enthaltsamkeit auch noch ferner, um zuvörderst durch Vergleichung der Labdrüsen des Hundes mit denen einiger anderer Thiere eine breitere Grundlage für die physiologische Beurtheilung zu gewinnen.

II. Die Labdrüsen einiger anderer Thiere.

Die Grundzüge des histologischen Baues der Labdrüsen sind bei den von mir untersuchten Säugethieren im Wesentlichen überall die gleichen, doch kommen bei einigen interessante Abweichungen in der Ausführung des Grundplanes vor, die nicht ohne Wichtigkeit für die Auffassung der verschiedenen Drüsenelemente sind.

Bei der Katze lassen sich dieselben Verhältnisse, wie beim Hunde, mit Leichtigkeit feststellen; Hunger und Fütterung ergeben gleiche Resultate. — Schwieriger gestaltet sich die Untersuchung bei Pflanzenfressern (Kaninchen, Meerschweinchen, Schaaf). Beim Kaninchen erscheinen die Hauptzellen nicht, wie bei dem hungernden Hunde, in Alcohol-Glycerin-Präparaten hell, sondern sehr stark körnig getrübt, was ihre Unterscheidung von den Belegzellen sehr erschwert. Doch führen folgende Methoden zur zweifellosen Klarstellung der beiderlei Zellenarten:

1) Die Färbung von Alcoholpräparaten in sehr verdünntem Carmin-Glycerin unter Zutritt von Essigsäuredämpfen (vgl. die Methode weiter unten). Nach einem solchen Präparate ist Fig. X entworfen, die untern Enden der Drüsenschläuche mit den gefärbten Belegzellen und den ungefärbten Hauptzellen darstellend (Vgr. 150). Es fehlt hier scheinbar die Regelmässigkeit der Anordnung, wie wir sie beim Hunde kennen gelernt. Doch zeigen Querschnitte, welche allein die Orientirung der Zellen um das Drüsenlumen ordentlich übersehen lassen, dass die Anordnung ganz dieselbe ist: die körnigen Hauptzellen begrenzen die Lichtung; jeder Querschnitt zeigt an der Peripherie 1—2 Belegzellen, kaum mehr.

2) Färbung in sehr verdünnten Anilinlösungen führt ebenso zum Ziele. Wenn schon die Hauptzellen oft einen blauen Ton annehmen, so fällt die Tinction der Belegzellen doch unverhältnissmässig intensiver aus.

3) Erhärtung in doppelt chromsaurem Kali allein oder mit

nachfolgender Alcoholbehandlung gestattet sowohl auf feinen Durchschnitten als bei Zerzupfung durch Isolation die Darstellung beider Zellenarten. Fig. XVI giebt den Grund eines durchschnittenen Schlauches, Fig. XVII ein Zerzupfungspräparat. In beiden Figuren bezeichnet a die früher beschriebenen so sparsam auftretenden kleinen Zellen, b die Beleg-, c die Hauptzellen.

4) Vortreffliche Dienste leistet die 24stündige Erhärtung in Ueberosmiumsäure, um auf Querschnitten der Drüsen die Nebeneinanderlagerung der beiden Zellenarten zu constatiren. Die Hauptzellen werden mässig, die Belegzellen stärker dunkel gefärbt. Die letzteren unterscheiden sich von den ersteren in höchst charakteristischer Weise durch eine gleichmässige dunkle Körnung. Vgl. Fig. XVIII. Die hier abgebildeten Querschnitte a zeigen übrigens, was im Ganzen sehr selten vorkommt, dass ab und zu eine Belegzelle sich zwischen den Hauptzellen so weit nach innen vordrängen kann, dass sie in Berührung mit der engen Drüsenlichtung geräth.

Da, wie bereits oben bemerkt, die starke Trübung der Hauptzellen beim Kaninchen ihre Unterscheidung von den Belegzellen schwieriger macht, als beim Hunde, und selbst nach mehrtägigem Hungern eine Annäherung des Verhaltens an das bei diesem Thiere Bemerkte nicht zu beobachten war, lag es nahe, den Grund der Constanz dieses Unterschiedes in der constanten, bei Nahrungsentziehung bis zum Hungertode fortdauernden Anfüllung des Kaninchenmagens zu suchen. Ich habe mich vergeblich bemüht, die Reste unverdauter pflanzlicher Nahrung aus dem Magen dieses Thieres durch mehrtägige künstliche Fleischfütterung zum Uebergange in den Darm zu zwingen und so eine völlige Entleerung des Magens herzustellen. Das Verhalten der Hauptzellen zeigte nach achttägiger Fleischdiät keine merkliche Aenderung; der Magen enthielt noch grosse Ballen unverdauter pflanzlicher Reste. — Die Labdrüsen des Meerschweinchens gleichen denen des Kaninchens. Bei beiden Thieren steigen die Cylinderepithelien der Magenoberfläche tiefer als beim Hunde in die Schläuche hinab.

Auch das Schaaf zeigt nicht wesentlich abweichende Structurverhältnisse. Die Drüsenschläuche sind hier sehr eng, das Cylinderepithel findet erst sehr tief in denselben seine Grenze, die Hauptzellen sind klein, die Kerne derselben, ihrer Basis unmittelbar anliegend, relativ gross.

Sehr lehrreich ist der in manchen Beziehungen abweichende Bau der Labdrüsen des Schweines.

Macht man durch die Mitte der Drüsenkörper eines in doppeltchromsaurem Kali längere Zeit erhärteten Schleimhautstückes einen Schnitt parallel zur Magenoberfläche, welcher also die Drüsen senkrecht zu ihrer Längsaxe trifft, so gewahrt man das überraschende Bild, welches in Fig. XX die Queerschnitte a und b wiedergeben. Man sieht einen regelmässigen äussern Kranz von sehr grossen granulirten Belegzellen, jede in eine scheinbar geschlossene Höhlung eingelagert, und einen innern Kranz von niedrigen kegelförmigen Hauptzellen, welche in ununterbrochener Lage das ziemlich weite Drüsenlumen umgeben. Zwischen den einzelnen Belegzellen ziehen die Ausläufer grosser sternförmiger Zellen hin, welche dieselben sowohl nach aussen gegen das Bindegewebe als nach Innen gegen das Schlauch-Innere hin scheinbar allseitig begrenzen. Auspinseln von Querschnitten (vgl. c, a) ermöglicht eine bessere Einsicht in die merkwürdige Structur der Drüsen. Durch Vergleich von Längs- und Querschnitten wird zweifellos, dass die sternförmigen Elemente der Schlauchmembran angehören, in welcher sie bereits beim Hunde beschrieben sind, dass diese Membran aber für jede einzelne Belegzelle eine grosse Aussackung bildet, welche theils durch die Ausläufer der multipolaren Zellen als Streben, theils selbst durch sich in ihre Scheidewand abzweigende Bindegewebszüge eine vollständige Selbstständigkeit erhält. Die kugelförmigen Hohlräume haben nur eine enge Communicationsöffnung mit dem Hohlraume des eigentlichen Schlauches, welche hier und da, jedoch natürlich nicht überall in die Ebene des Schnittes fällt. Wo der Schnitt gerade die Decke eines Hohlraumes bloss legt, wie bei e, sieht man, dass die Wandung aus einer homogenen Membran gebildet wird. So findet sich also jede Belegzelle in ein enges Gefängniss eingeschlossen, dessen Ausgangsthür einen weit geringeren Durchmesser hat, als der Leib der Gefangenen.

Nach einer Abbildung, welche F. E. Schulze in seinem mehrfach erwähnten Aufsatze von den Labdrüsen des Delphins giebt, zeigen diese einen ganz ähnlichen Bau. Doch sind ohne Zweifel jenem Forscher Präparate unter die Hand gekommen, in welchen die Hauptzellen zerstört oder aus den Schnitten herausgefallen waren, so dass ihm ein wichtiger Theil der Drüsenelemente durch einen unglücklichen Zufall entgangen ist.

Das geschilderte Verhalten bezieht sich nur auf etwa das mittlere Drittheil der Länge der Schläuche. Nach oben hin gegen den Drüsenhals sind die Belegzellen ganz wie beim Hunde gelagert, d. h. sie bewohnen nicht mehr selbstständige Räume, sondern liegen auf der Schlauchwandung, unmittelbar von den Hauptzellen bedeckt. Ebenso nach dem untern Ende der Schläuche hin. In dem letzten, der muscularis mucosae benachbarten Schlauchende fehlen die Belegzellen ganz, so dass hier die cylindrischen Hauptzellen allein übrig bleiben.

Die letzteren zeigen an Alcohol-Anilin-Präparaten interessante Verschiedenheiten. Es kommen nämlich in unmittelbar neben einander liegenden Schläuchen, ja sogar in demselben Schlauche dicht neben einander Zellen in den verschiedensten Zuständen vor: solche, welche durch ihre starke Trübung und Bläuung denen verdauender Hunde gleichen (Fig. XIX b), neben solchen, welche durch ihr helles homogenes Aussehen eine Uebereinstimmung mit denen hungernder Hunde zeigen (IXa). Die Functionszustände der Zellen desselben Schlauches sind also nicht mit Nothwendigkeit gleich; die einzelnen Elemente bewahren sich eine relative Selbstständigkeit.

Ausserhalb der Klasse der Säugethiere habe ich noch die Labdrüsen des Frosches und des Triton cristatus untersucht. Der Typus des Baues weicht hier wesentlich von dem bei den Säugern geschilderten ab.

Beim Frosche gelingt ohne Schwierigkeit die Isolation ganzer Drüsenschläuche in Zusammenhang mit dem Theil des Epithels der Schleimhautoberfläche, welcher der Drüsenmündung zunächst liegt, wenn man die ganze Schleimhaut in 33procentige Kalilauge legt. Die einzelnen zelligen Elemente werden zwar merklich verändert, behalten aber doch ihre gegenseitige Lagerung unverrückt bei. Fig. XXI ist ein genau copirtes grosses Exemplar einer Drüse. Die Cylinderepithelien der Schleimhaut (a . . . a) sind an ihrer freien Basis hell durchsichtig; darauf folgt eine den Kern einschliessende mehr von Körnchen durchsetzte Abtheilung, welche in einen auffallend langen fadenförmigen Fortsatz übergeht. Indem die Schleimhaut sich in den schlauchförmigen Drüsen-Ausgang einsenkt, knicken sich die Zellen an der Uebergangsstelle des eigentlichen Zellkörpers in den Ausläufer winklig um; der Zellkörper stellt sich mit seiner Axe senkrecht gegen die Axe des Schlauches, der Ausläufer verläuft an der äussern Oberfläche jener Axe nahezu parallel. Die an isolirten

Drüsen auf der Oberfläche allseitig nach abwärts strebenden Fäden hüllen wie ein Dach den Drüsenkörper auf eine lange Strecke ein. Die Zellkörper selbst erscheinen in dieser Gegend wesentlich anders, als auf der Magenoberfläche, verkürzt und durchweg getrübt. An der Stelle, wo der Schlauch sich theilt, treten fast constant grosse blasenförmige Zellen auf, deren ganzer Charakter über ihre Natur als Schleimzellen kaum einen Zweifel lässt (XXI b). Nicht selten dringen sie tiefer in die Schlauchzipfel ein. Die letzteren sind aber der Hauptsache nach mit polygonalen Zellen erfüllt, welche, durch die Kalilauge stark verändert, im frischen Zustande oder nach der Maceration in Jodserum ganz und gar die Charaktere der Zellen an sich tragen, welche bei den Säugern als Belegzellen auftreten: Das feinkörnige Protoplasma, den grossen bläschenförmigen Kern, den Mangel einer Membran (vgl. Fig. XXII, aus Jodserum isolirte Zellen). Analoga der Hauptzellen der Säugethiere kommen in diesem Theile der Schläuche nicht vor. Ich muss betonen, dass die obige Schilderung sich auf in langer Gefangenschaft befindliche Winterfrösche bezieht. Nach 4—6tägiger Fleischfütterung bestand die einzige wahrnehmbare Aenderung in einem häufigeren Auftreten der grossen blasigen Zellen (XXI b).

Der Unterschied dieser Drüsen von denen der Säugethiere besteht hiernach darin, dass bei den letzteren im Anschlusse an das in die Drüsenausgänge sich einsenkende Epithel der Magenoberfläche eine Formation cylindrischer oder kegelförmiger Zellen bis in den Grund der Drüsenschläuche hinabsteigt, beim Frosche dagegen cylindrische Zellen nur bis zu der Gegend reichen, wo die den Belegzellen der Säugethiere entsprechenden Gebilde beginnen. Ob die in den Drüsenschlauch hinuntergehenden Zellen, deren Charakter allerdings von dem der Epithelien der Magenoberfläche abweicht, nur die Analoga des auch bei Säugethieren den Drüsenausgang bekleidenden Cylinderepithels sind (welches ja nach der Tiefe hin (Fig. II b) ebenfalls seine histologischen Charaktere ändert), oder ob Zellen von der Natur der Hauptzellen an Stelle der einfachen Epithelien treten, ist die einfach histologische Untersuchung zu entscheiden wohl kaum in der Lage. Eine Beantwortung dieser Frage wird überhaupt erst dann möglich sein, wenn die physiologische Untersuchung über die Bedeutung der Hauptzellen der Säugethiere entschieden haben wird.

Neben den Drüsen des Frosches habe ich in Fig. XXIII und

XXIV noch die Drüsen resp. Zellen aus dem Tritonen-Magen abgebildet (nach Präparaten aus doppeltchromsaurem Kali). Der Drüsenkörper ist bei einer Vergr. von 270 gezeichnet, die zelligen Elemente bei 420facher Vergrösserung. Die Analogie mit dem Verhalten beim Frosche springt in die Augen. Die grossen Drüsenzellen lassen öfters 2 Kerne sehen. Die cylindrischen Zellen im obern Theile des Drüsenkörpers (XXIII a, b) haben wie beim Frosche Fortsätze, deren Inneres von Protoplasma ausgefüllt ist, welches mit der den Kern umgebenden Protoplasma-Masse in unmittelbarer Verbindung steht. Nach der Erhärtung in doppeltchroms. Kali gerinnt und verdichtet sich die ganze Protoplasma-Masse und lässt sich dann in Verbindung mit dem Kerne isoliren (XXIV, a). So entstehen Kerne mit scheinbar von ihnen aus entspringenden Fäden. Ganz analoge Kunstproducte lassen sich aus den grossen, mit Fortsätzen versehenen Bindegewebszellen des Triton herstellen.

III. Physiologische Erwägungen.

Auch die genaueste histologische Kenntniss eines Organes ist nicht im Stande, einen ausreichenden Aufschluss über die functionelle Bedeutung seiner Elementartheile zu geben, — so wenig wie die rein experimentelle Untersuchung, welche, gestützt auf die Endergebnisse der Thätigkeit, die Gesammtleistung der Organe bestimmt, für sich ein Verständniss des innern Geschehens bei der Thätigkeit eröffnen und zu einer Zerlegung der Resultate in ihre einzelnen, den verschiedenen morphologischen Bestandtheilen der Organe zugehörigen Componenten führen kann. Die hier vorliegende histologische Vorstudie über den Bau der Labdrüsen wird deshalb zu Schlüssen betreffs der Function der in ihnen enthaltenen Elemente erst dann führen, wenn die nothwendige Ergänzung durch eine an die histologischen Ergebnisse unmittelbar anzuknüpfende Experimentaluntersuchung eingetreten ist. Gleichwohl glaube ich schon jetzt in der Lage zu sein, mich ablehnend gegen gewisse bisherige Vorstellungen von den während der Verdauung in den Drüsen stattfindenden Vorgängen verhalten zu müssen.

Ich habe hier die Annahme im Auge, welche die Labzellen (die von mir sogenannten Belegzellen) bei jedem Secretionsacte massenweise aus den Drüsen ausgestossen und durch Neubildung (freie Entstehung, Theilung) in dem Grunde der Schläuche ersetzt werden lässt.

Zwar haben sich gegen die Ausstossungstheorie ab und zu Zweifel erhoben. So sagt Kölliker [1]): „Ein constantes Vorkommen von Labzellen im Magensaft kann ich nicht annehmen und halte ich für sicher, dass bei vielen Thieren die Secretion des Magensaftes ohne Ausscheidung geformter Theile sich macht. Nichtsdestoweniger sind gewiss die grossen rundlichen Zellen von aller Bedeutung für die Magensaftbildung und scheint namentlich die Bereitung der löslichen stickstoffhaltigen Verbindung, die dem Secrete erst seine Bedeutung ertheilt, in sie verlegt werden zu müssen, wofür auch spricht, dass man in einer Schleimhaut, die zu einer künstlichen Verdauung verwendet wurde, diese Zellen ganz ausgezogen und leer findet. Das Pepsin könnte dann aus den Zellen einfach aussickern oder durch eine Auflösung derselben frei werden. Ersteres wird da anzunehmen sein, wo, wie namentlich beim Hund, die Drüsencanäle nicht direct von den grösseren Zellen begrenzt werden, letzteres könnte in den Fällen sich finden, wo statt eines Lumen eine feinkörnige Masse in den Drüsen sich findet und auch die grossen Zellen nach Innen nicht immer deutlich contourirt sind."

Schwankend äussert sich Henle [2]): „Der Zusammenhang der Zellen mit der Magenwand war in dem obern Theile der Drüse am frischen Präparate ein sehr lockerer, so dass die Zellen leicht und in Masse herausfielen. Auf eine solche Bestimmung derselben, nach der Mündung hin fortzurücken, deutet auch die Gegenwart früherer Entwickelungsstufen im Grunde der Drüsen. Die Existenz eines Lumens dagegen beweist, dass die Drüsen ein flüssiges Secret zu liefern haben, welches wahrscheinlich durch die Zellen aus dem Blute in die Höhlung der Drüsen abgesondert wird. So ist die Ablösung der Zellen vielleicht nur ein zufälliges, durch die Neubildung derselben vom Fundus aus wieder auszugleichendes Ereigniss."

Mit völliger Bestimmtheit bestreitet F. E. Schulze [3]), anknüpfend an die von ihm beim Delphin entdeckte Lagerung der Labzellen in besonderen Höhlungen (s. oben), die Auswanderungs-Hypothese, um so mehr, als er weder im Lumen der Drüse noch

1) Mikroskop. Anat. II. 2. 147.

2) Ztschr. f. rat. Med. Neue Folge. Bd. II. S. 311. 1852. (Die Angaben beziehen sich auf die Magendrüsen des Menschen.)

3) Dieses Archiv III. 178.

in dem vorsichtig von der Oberfläche eines frischen Magens entnommenen Schleime jemals Labzellen gefunden habe. Es scheine vielmehr jede Zelle, ruhig an ihrem Standorte resp. in ihrer Nische bleibend, wie eine kleine selbstständige Drüse ihr flüssiges Secret zu bereiten und in das Lumen der Drüse zu ergiessen. — Allein trotz solcher Zweifel und directen Widersprüche hat im öffentlichen Bewusstsein der Physiologie die Ausstossungs-Hypothese immer noch ihren Boden behauptet und Anhänger gefunden.

Wenn man die anatomischen Verhältnisse ins Auge fasst, welche ich in den obigen Mittheilungen geschildert habe, wird die fernere Vertheidigung der in Rede stehenden Anschauung zur Unmöglichkeit. Ich habe gezeigt, dass fast in der ganzen Länge der Drüsenschläuche die Belegzellen durch die dicht geschlossene Lage der Hauptzellen von dem Drüsenlumen getrennt sind, welches selbst viel zu eng ist, um Raum für jene grossen Elemente zu haben. Nur im Drüsenhalse, welcher den engsten Theil des Schlauches darstellt, treten die Belegzellen, sich zwischen den auseinanderweichenden Hauptzellen hervordrängend, mit einem kleinen Theile der Oberfläche in Berührung mit dem Lumen, aber nur, um weiter hinauf in dem Drüsen-Ausgange sich wieder unter die Decke der Cylinderepithelien zurückzuziehen. Beim Schweine ferner ist in der Grössen-Ausdehnung des Schlauches jede Belegzelle, wie schon Schulze wusste, nicht bloss in eine besondre Kammer mit kleiner Thür eingeschlossen, sondern sogar, was jenem Forscher entgangen ist, dieser Ausgang noch durch die cylindrischen Hauptzellen vollends verlegt. Das Alles widerlegt die geläufige Anschauung auf das Bündigste.

Wenn frühere Autoren sich auf das angebliche Vorkommen jüngerer Entwickelungsstufen der Labzellen im Drüsengrunde (Körnchenhaufen mit Kernen) berufen, so wissen wir jetzt, dass jene damals ihrer Bedeutung nach verkannten Elemente, die von mir beschriebenen Hauptzellen, durch den ganzen Schlauch sich vorfinden und eine zweite selbstständige Zellenart neben den Belegzellen darstellen, die in keinem genetischen Verhältnisse zu diesen steht.

Wenn endlich das reichliche Vorkommen von Labzellen in dem Secrete des Magens während der Verdauung behauptet wird, so muss ich mit Schulze die Beständigkeit dieser Erscheinung durchaus bestreiten. Beim Kaninchen findet man allerdings in dem Schleimbelage der Innenfläche des Magens oft viele Zellenreste,

aber nicht sowohl den Labzellen, als den Epithelien der Oberfläche und der Drüsenausgänge entstammend. Im Magensafte des Hundes treten morphologische Elemente weit spärlicher auf; nicht selten werden sie ganz vermisst. Streicht man freilich mit einem Scalpell unter einigem Druck über die Schleimhautoberfläche weg, so kann man aus den Drüsen Labzellen ebenso leicht entleeren, wie etwa aus angeschnittenen Harncanälchen die Epithelien derselben. Aber gerade dieses Beispiel zeigt, wie wenig daraus bezüglich einer regelmässigen Ausstossung während der Verdauung zu schliessen ist. Wer diesem Puncte seine Aufmerksamkeit dauernd zuwendet, wird, ich zweifle nicht, bezüglich der Frage, ob bei der Magensaftsecretion die Entleerung von Labzellen eine constante und wesentliche Erscheinung sei, zu dem negativen Resultate kommen, welches sich schon aus der genaueren Kenntniss der Lagerung jener Zellen in den Drüsen ergiebt.

Nachdem das Mikroskop die Anwesenheit zweier scharf unterschiedener Formelemente in den Labdrüsen der Säugethiere als allgemeine Regel kennen gelehrt, wird es Sache des physiologischen Experimentes sein, der Beantwortung der Fragen, welche sich unmittelbar an jene Erfahrungen knüpfen, näher zu treten.

Von allen eingehenderen Erörterungen, zu denen mich die längere Beschäftigung mit dem Gegenstande nach verschiedenen Richtungen hin veranlasst hat, bis zu einem weiteren Fortschritte der in Angriff genommenen Untersuchung absehend, mag mir der kurze Hinweis wenigstens auf einige Gesichtspuncte gestattet sein.

Dass die Hauptzellen bei der Secretion des Magensaftes lebhaft betheiligt sind, lehren die sichtbaren Veränderungen ihres Verhaltens während der Verdauung: die Aufnahme, chemische Umsetzung und Abgabe von Substanzen liess sich ja unmittelbar aus den Aenderungen ihres Volumens, der optischen Beschaffenheit ihrer Masse und ihrer Tinctionsfähigkeit erschliessen. Wenn, soweit wir bisher wissen, die wesentlich charakteristischen Bestandtheile des reinen Magensaftes die freie Salzsäure und das Pepsin bilden, so wird man Angesichts jener greifbaren Vorgänge unwillkürlich zu dem Gedanken hingedrängt, die Hauptzellen möchten die Bereitungsstätte des für die Verdauung wesentlichen, doch wohl den Albuminaten entstammenden Fermentkörpers sein; den Belegzellen würde dann wohl die Rolle der Flüssigkeitssecretion resp. Säurebildung zufallen. Dass Pepsin- und Säurebildung nicht nothwendig

Hand in Hand gehen, scheinen Beobachtungen von Schiff zu erweisen. Der Hypothese der Pepsinbildung in den Hauptzellen sind zwei gelegentliche Beobachtungen von mir nicht ungünstig. Wenn man Stückchen der Magenschleimhaut mit verdünnter Salzsäure (0,1 %) bei 37—40 ° C. behandelt, so zerfallen die Hauptzellen sehr schnell. Sie werden von aussen nach innen allmählig gelöst, so dass ihr Volumen sich stark vermindert (Fig. VIII α) und zuletzt nur kleine krümelartige Massen übrig bleiben, die aus dem geschrumpften Kerne und einer Spur ungelöster Substanz bestehen. (VIII β). Die Belegzellen quellen indess nur auf und werden durchsichtiger, sie sehen dabei entweder sehr mattkörnig (VIII γ) oder mehr homogen und eigenthümlich gelblich glänzend aus (VIII δ). Sehr hübsch lassen sich diese Vorgänge unmittelbar mit Hülfe des ungemein bequemen, durch Wasserheizung erwärmbaren Objecttisches von Stricker an frisch isolirten und in einen Salzsäuretropfen gelegten Drüsen verfolgen. Es schien mir, als ob die Hauptzellen in der obern Hälfte der Schläuche schneller gestört würden, als in der untern. Soll man nun nicht glauben, dass diejenigen Zellen, welche bei der Einwirkung verdünnter Salzsäure zuerst zu Grunde gehen, das Pepsin enthalten müssen? Es würde in der schnellen Zerstörung derselben ein Act der Selbstverdauung zu sehen sein. Kölliker hat freilich das „leere" Aussehen der Labzellen nach künstlicher Verdauung als Unterstützung dafür angeführt, dass diese die Pepsinbehälter seien. Allein jene scheinbare „Leere" beruht auf weiter Nichts, als auf der durch die Säure herbeigeführten Quellung des Protoplasmas. Ein weisses Blutkörperchen, welches mit Essigsäure behandelt wird, sieht ebenso „leer" aus. [1])

Ein weiterer Versuch, den ich im Verfolge des Gedankens, die Hauptzellen könnten mit der Pepsinbereitung betraut sein, angestellt habe, ging von der verschiedenen Vertheilung dieser Gebilde in den verschiedenen Gegenden der Drüsen aus. In der untern Abtheilung der Drüsen sind die Hauptzellen gegenüber den Belegzellen bei weitem mehr vorwiegend, als in der oberen. Ich zerlegte die

---

1) Wenn man Schnitte einer in Alcohol erhärteten Magenschleimhaut mit verdünnter Salzsäure in der Wärme digerirt, lösen sich die Hauptzellen nicht mehr auf. Nach einiger Zeit lassen sie sich dagegen vortrefflich isoliren, — eine der besten Methoden zur Isolation. In Fig. IX sind auf diese Weise dargestellte Hauptzellen abgebildet.

Magenschleimhaut eines grossen Hundes mit dem Rasirmesser, so gut es gehen wollte, in eine untere und eine obere Schicht. Je 1,925 grm. der beiden Schichten wurden mit 15 Ccm. Salzsäure von 0,2 % digerirt, filtrirt und dann je 1 Ccm. der beiden Auszüge in 3 Versuchen mit resp. 10, 20 und 40 Ccm. Salzsäure von 0,1 % versetzt, um mittelst dieser Gemische vergleichende Versuche über die Geschwindigkeit der Lösung von Faserstoffflocken anzustellen. Die Verdauung des Fibrins erfolgte ausnahmslos in den Gemischen, welche mit dem Auszuge der tiefen Schleimhautschicht bereitet worden waren, erheblich schneller.

Das Ergebniss beider Beobachtungen ist der Art, das dasselbe — ich will mich absichtlich sehr vorsichtig ausdrücken — der Annahme, in deren Interesse die Versuche angestellt wurden, nicht widerspricht. Ich bin aber weit davon entfernt, deshalb jene Hypothese als erwiesen oder auch nur in hohem Grade wahrscheinlich gemacht anzusehen. Die Möglichkeit anderer Erklärungsweisen der obigen Versuche liegt zu sehr auf der Hand, als dass ich dieselbe weitläufiger zu erörtern brauchte. Um näher an eine Entscheidung heran zu treten, wird das Resultat vergleichender Untersuchungen über den Pepsingehalt der Magenschleimhaut bei den durch die Fig. XI—XV repräsentirten Zuständen der Drüsen abzuwarten sein. Erst dann wird es an der Zeit sein, sich eingehendere Vorstellungen über die Bedeutung der beiden Zellenformen in den Labdrüsen zu bilden. Möglich, dass den Belegzellen die Hauptrolle bei der Bildung sowohl des Pepsin als der Salzsäure verbleibt — welcher Annahme der anscheinende Mangel beim Frosch und beim Triton das Wort redet —, oder dass den Hauptzellen eine ähnliche secretorische Bedeutung zukommt, wie sie die Elemente der sogenannten Schleimdrüsen des Magens besitzen, über deren Bau nächstens zu veröffentlichende Untersuchungen von Herrn Dr. Ebstein Aufschlüsse geben werden.

Ich lasse es bei diesen flüchtigen Andeutungen über die Frage nach der functionellen Bedeutung der Labdrüsen-Elemente bewenden und verweise bezüglich der angeregten physiologischen Fragen auf weitere in einer physiologischen Zeitschrift zu veröffentlichende Untersuchungen.

Anhang. Bemerkungen über die Untersuchungsmethoden.

Für die Untersuchung der Magenschleimhaut ist es fast noch wichtiger als für die anderer Organe, sich nur des ganz frischen, dem eben getödteten Thiere entnommenen Materials zu bedienen, weil nach dem Tode sehr schnell durch den Magensaft Veränderungen der Magenwandungen eingeleitet werden. Die Oberfläche der zu untersuchenden Schleimhaut muss durch Wasserabspülung von den Magencontentis befreit werden, damit nicht Imbibition der Schleimhaut mit der freien Säure stattfinde. Die Aufschlüsse, welche man über die Magendrüsen ohne Anwendung chemischer Agentien gewinnt, sind nur gering, die wichtigsten verdanke ich dem Jodserum, der 33procentigen Kalilauge, der Osmiumsäure, dem doppeltchromsauren Kali, und dem Alcohol mit nachfolgender Tinction. Die Anwendung der erst aufgezählten Macerations- und Erhärtungsmittel bedarf besonderer Erörterungen nicht. Dagegen dürften einige Erfahrungen, die ich betreffs der Färbungsmethoden gewonnen habe, für Nachuntersuchungen nicht unwillkommen sein.

Das so vielfach angewandte Carmin wird oft beschuldigt, wechselnde Erfolge der Tinction zu geben, und es ist schwer, mit der Genauigkeit einer chemischen Vorschrift Regeln für die Bereitung einer Lösung aufzustellen, die an demselben Objecte constant dasselbe Färbungsresultat ergeben soll. Nach vielfachen Erfahrungen erscheint es mir unzweckmässig, für Objecte verschiedener Natur, ja sogar für dieselben Objecte bei verschiedener voraufgegangener Behandlungsweise die gleiche Carminlösung zu benutzen, vielmehr nothwendig, für bestimmte Gewebe und Organe jedesmal die zweckmässigste Mischung durch allmähliges Herausprobiren erst zu finden. Dabei bezeichne ich als zweckmässigste Flüssigkeit diejenige, welche an den verschiedenartigen Elementartheilen die grössten Farbenunterschiede auftreten lässt. Für die in Alcohol erhärtete Magenschleimhaut bin ich allmählig auf folgende Methoden gekommen. Ich bereite eine Carminlösung nach der Vorschrift von Beale (How to work with the misroscope. Third edition. London 1865. S. 201), jedoch mit Weglassung des Alcohol. Diese Lösung wird entweder durch allmähligen Zusatz von Essigsäure oder durch Erwärmen auf dem Wasserbade von dem freien Ammoniak so weit befreit, dass sie dasselbe fast ganz verliert. Das Kennzeichen, dass dieser Punkt richtig erreicht sei, liegt für mich darin, dass ein kleines Uhrschälchen voll Lösung, welches frei stehen bleibt, in 24 Stunden alles Carmin wegen Verdunstung des noch übrigen Ammoniakrestes fallen lässt. Ein Uhrschälchen, mit jener Lösung gefüllt, nimmt die zu färbenden Alcoholschnitte auf, selbst in eine durch einen aufgeschliffenen Deckel geschlossene flache Glasschale gestellt, neben sich ein zweites Schälchen voll Wasser mit einer Spur von Ammoniak, die eben durch den Geruch noch wahrnehmbar ist. Diese kleine Ammoniakmenge, allmählig verdunstend und von der Carminlösung absorbirt, reicht aus, um in der letzteren das Carmin 24—28 Stunden gelöst zu erhalten

Nach 24 Stunden ist in der Regel schon die Färbung ausreichend. Die Schnitte werden dann in gewöhnlichem Glycerin, wie es die Apotheken liefern, abgespült, sodann wieder in concentrirtes Glycerin übertragen und 24—28 Stunden lang in einem Schälchen einer kleinen Menge verdampfender Essigsäure (ähnlich wie bei der Färbung selbst verdampfendem Ammoniak) ausgesetzt. — Bei der letzten Operation muss man vorsichtig verfahren, weil zu starke Einwirkung der Essigsäure Trübung und Gerinnung in den Hauptzellen hervorruft. Derartig zubereitete Präparate sind dauerhaft, wenn sie in Glycerin aufbewahrt werden. In ihnen zeigen sich bei hungernden Hunden die Belegzellen der Drüsen ganz und gar gefärbt, bei längerer Einwirkung mit stärker tingirten Kernen, die Hauptzellen dagegen bleiben bis auf die dunkelrothen Kerne farblos. Bei gefütterten Thieren färbt sich auch das Innere der Hauptzellen selbst, und zwar in den verschiedenen Verdauungsperioden ungefähr in gleichem Maassstabe, wie durch Anilinblau. Ist bei der obigen Methode eine Ueberfärbung eingetreten, so dass alle Drüsenelemente gleichmässig roth erscheinen, so kann man das überschüssige Carmin durch Ammoniak wieder entfernen, indem man die Präparate in concentrirtes Glycerin legt und in geschlossenem Glasbehälter neben eine Ammoniaklösung von höherem Gehalte stellt. Indem das Ammoniakgas allmählig von dem Glycerin absorbirt wird, löst dieses das in den Schnitten ausgefällte Carmin wieder auf. Merkwürdiger Weise entfärbt sich dann zuerst das Protoplasma der Belegzellen, während ihr Kern und die Hauptzellen das Carmin noch zurückhalten, — ein Bild, gerade entgegengesetzt dem bei gutgelungener Färbung gewonnenen, in welchem die ganzen Belegzellen und die Kerne der Hauptzellen gefärbt auftreten. —

Aber man kann auch die Belegzellen allein tingiren, während die Kerne der Hauptzellen sowie diese selbst ungefärbt bleiben (sc. beim hungernden Hunde). Zu dem Zwecke setzt man zu concentrirtem Glycerin einige Tropfen der obigen fast neutralen Carminlösung, so dass die Farbe des Gemisches sehr hellroth erscheint. Eine solche Lösung für sich wirkt gar nicht färbend. Lässt man sie aber auf die oben angegebene Weise Essigsäuredämpfe absorbiren, so tritt allmählige Färbung der Belegzellen allein ein. Für die Drüsen des Kaninchens ist diese Methode vortheilhafter als die erste, um den Unterschied zwischen Haupt- und Belegzellen zu demonstriren. Hat bei zu langer Einwirkung der Säure oder zu grossem Gehalte des Glycerins an Carmin Ueberfärbung stattgefunden, so kann man durch Einwirkung von Salzsäuredämpfen die Belegzellen bis auf ihre Kerne entfärben, ähnlich wie bei der ersten Methode im Falle der Ueberfärbung durch Ammoniak.

Es scheint vielleicht diese Auseinandersetzung über das den Histologen so geläufige Carmin ganz überflüssig. Allein ich muss einerseits natürlich wünschen, dass spätere Untersucher meine an den Labdrüsen gewonnenen Resultate bestätigen und deshalb die von mir befolgten Methoden genau mittheilen. Anderseits erhellt aus meinen Angaben, dass man mittelst des Carmin an demselben Objecte die allerverschiedensten Bilder gewinnen

kann, je nach der Art der Benutzung desselben, — eine Wahrnehmung, welche vielleicht die der Carmintinction so oft anhaftende Unsicherheit erklären und, wenn an andern Geweben weiter verfolgt, zur Beseitigung derselben beitragen wird.

Das in Wasser lösliche Anilinblau ist bereits von Frey für histologische Zwecke empfohlen worden. Nach Erlernung der zweckmässigen Anwendung hat es mir die trefflichsten Dienste geleistet. Die wässrige Lösung desselben ist von mir immer nur in sehr verdünntem Zustande benutzt worden, so etwa, dass ein damit angefülltes Uhrschälchen auf hellem Grunde einen vergissmeinnichtblauen Farbenton zeigt. Die Lösung muss neutral reagiren. Setzt man zu einer solchen eine kleine Quantität Essigsäure oder lässt man auch nur Dämpfe derselben allmählig hinzutreten, so nimmt sie einen viel gesättigteren Farbenton an und ihre färbende Kraft wächst erheblich. Durch Ammoniakdämpfe dagegen wird sie bis zur gänzlichen Farblosigkeit entbläut. Die ausserordentliche Empfindlichkeit gegen Spuren von Säuren resp. Alkalien macht bei der Benutzung eine ungemeine Vorsicht nothwendig, wenn man nicht die widersprechendsten Bilder erhalten will. In ein Uhrschälchen, mit der obigen Lösung (jedesmal 4 Ccm.) gefüllt, bringe ich etwa ein Dutzend Alcoholschnitte. Ein Aufenthalt von 24 Stunden (behufs Verhütung der allmähligen Concentration in einem mit Wasser gesättigten Raume) ist meistens ausreichend. Will man die Färbung zum Erkennen von Unterschieden an verschiedenen Objecten benutzen, so ist es geboten, dieselben gleichzeitig unter ganz genau gleichen Umständen zu tingiren. Die gefärbten Präparate werden in Glycerin übertragen und sofort eingekittet; denn lässt man sie in offenen Schälchen mit einem Ueberschusse von Glycerin stehen, so zieht dieses allmählig den Farbstoff aus, was bei sofortigem luftdichtem Verschluss nicht geschieht. Die Bilder, welche man an den Magendrüsen nach der beschriebenen Methode erhält, stehen an Eleganz den Carmin-Tinctionen nicht im Mindesten nach.

Breslau, Mitte März 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XX. u. XXI.

Fig. I. Halbschematische Figur: Verticalschnitt durch die in Alcohol erhärtete, in Carmin tingirte und durch Glycerin aufgehellte Schleimhaut des Hundemagens; — Hungerzustand. ab Ausgang der Labdrüsen, bc Drüsenhals, ce Drüsenkörper.

Fig. II. Querschnitt, welcher zum grössten Theile die Drüsenausgänge, zum kleineren Theile die Halsgegend der Schläuche getroffen hat. Die mit *α* und a bezeichneten Schnitte sind durch den obern Theil der Ausgänge gefallen: Cylinderepithelien schleimig metamorphosirt, am freien Ende in Folge der Präparation offen. In den mit a bezeichneten Schnitten liegen unterhalb der Cylinderzellen vereinzelt Lab-

zellen. — Die mit b bezeichneten Schnitte haben den tieferen Theil der Drüsenausgänge getroffen: Die Cylinderzellen sind wegen grösseren Protoplasmareichthums durchweg granulirt und tingirt. — Schnitt d: Umfang des Drüsenhalses, Cylinderepithelien wie früher, dazwischen Belegzellen. In Schnitt c treten neben den Belegzellen bereits Hauptzellen auf. Hund. Hunger. Vergr. 150.

Fig. III. Schräg durch den Drüsenhals geführter Schnitt. Hund. Hunger. 150.

Fig. IV. Reine Querschnitte durch den Drüsenhals: Gefärbte Belegzellen; ungefärbte, noch kleine Hauptzellen. Die ersteren Zellen reichen hier und da bis zu dem sehr engen Drüsenlumen. Hund. Hunger. 150.

Fig. V. Querschnitt durch den Drüsenkörper. Bei genau auf die Schlauchaxe senkrechter Richtung ist das sehr enge Drüsenlumen sichtbar. Letzteres wird nur von den ungefärbten Hauptzellen umgeben. Ein Theil der Querschnitte ist mit gefärbten Kernen in den Hauptzellen gezeichnet. (Vergl. Methode). Hund, Hunger. 150.

Fig. VI. Nach Maceration in Jodserum isolirte Belegzellen (a) und Hauptzellen (b) aus den Labdrüsen des hungernden Hundes. 410.

Fig. VII. Querschnitt durch den Drüsenkörper nach Erhärtung in doppeltchroms. Kali. Hund. 200.

Fig. VIII. Belegzellen und Hauptzellen der Labdrüsen des Hundes aus einem frischen Schleimhautstück nach Digestion in Salzsäure von 0,1 %. Die bei α gezeichneten Hauptzellen sind schon zum grossen Theile, die bei β gezeichneten fast ganz gelöst. 410.

Fig. IX. Hauptzellen aus in Alkohol erhärteten Schleimhautstücken, durch Digestion in Salzsäure von 0,1 % isolirt. 270.

Fig. X. Unteres Ende der Körper der Labdrüsen von Kaninchen; Alcohol, Carmin, Glycerin. Belegzellen gefärbt. 150.

Fig. XI u. XII. Labdrüsen des hungernden Hundes in verschiedener Breite. Alcohol, Anilinblau, Glycerin. 270.

Fig. XIII. Labdrüsen des Hundes, erstes Verdauungsstadium. Methode wie XI. ab obere, bd untere Enden der Drüsenkörper, z. Th. quer und schräg getroffen. 270.

Fig. XIV. Desgl. zweites Verdauungsstadium, ab unteres, bc oberes Ende der Drüsenkörper. 270.

Fig. XV. Desgl. Sehr hochgradige Veränderung. 270.

(Fig. XIII–XV: Vgl. den Text.)

Fig. XVI. Ende des Drüsenschlauches vom Kaninchen, in welchem a) die im Texte auf S. 389 beschriebenen, sparsam vorkommenden kleinen Zellen b) die Belegzellen c) die Hauptzellen sichtbar sind. Kali bichromicum, Alcohol. Glycerin. 420.

Fig. XVII. Dieselben Elemente isolirt.

Fig. XVIII. Querschnitt durch den Drüsenkörper vom Kaninchen. Osmiumsäure 1 %, Glycerin. a) Hauptzellen. b) Belegzellen. 270.

Fig. XIX. Von Belegzellen freies unteres Ende einer Labdrüse vom Schweine. Alcohol, Anilin, Glycerin. 270.

Fig. XX. Querschnitt durch die Mitte der Labdrüsenkörper vom Schweine. Kali bichromicum, Glycerin. Die ausgepinselten Schnitte zeigen die im Kranze um den eigentlichen Drüsenschlauch gestellten Ausbuchtungen desselben, von welchen an den nicht entleerten Schnitten eine jede eine Labzelle enthält. Die kegelförmigen Hauptzellen bilden ein geschlossenes Epithel in dem ihnen eigenthümlichen Schlauche. Hier und da sind die sternförmigen Zellen der Schlauchmembran sichtbar.

Fig. XXI. Durch 33procentige Kalilauge isolirte grosse Labdrüse vom Frosche. 270.

Fig. XXII. Durch Jodserum isolirte Zellen aus dem Drüsengrunde desselben. Thieres. 420.

Fig. XXIII. Unteres Stück einer Labdrüse von Triton cristatus. Kali bichromicum. 420.

Fig. XXIV. Isolirte Zellen aus dem Drüsengrunde. Bei a ein Kern mit scheinbarem Fortsatze. 420.

Die Geschmacksorgane der Froschlarven.

Von

Franz Eilhard Schulze

in Rostock.

Hierzu Taf. XXII.

In der Mundhöhle der Froschlarven kommen zahlreiche Papillen von eigenthümlicher Form und Anordnung vor, welche, soviel mir bekannt, bisher nur von S. Stricker genauer untersucht sind. Derselbe beschreibt sie (Bd. XXVI der Wiener Sitzungsberichte. 1857) als Schleimhautfortsätze von cylindrischem oder etwas plattgedrücktem Körper mit einer oder mehreren abgerundeten Spitzen. In dem unteren durchscheinenden Theile des Papillar-Körpers fand er eine Menge „mit zwei fadenförmigen Fortsätzen und einem körnigen Inhalte versehener Kerne quer eingelagert und ausserdem zwei bis drei helle und dünne Fäden von der Basis bis gegen die Spitze verlaufen.“ Diese Fäden durfte er nicht nur wegen ihrer Form, ihrer constanten Lage und eigenthümlichen Theilungsweise sondern besonders wegen des direct beobachteten Zusammenhanges mit notorischen Nerven für Nervenfasern halten. Nach Behandlung der abgeschnittenen Papillen mit Ac. acetic. glac. und darauf mit natronhaltigem Glycerin liess sich in dem oberen dunkleren Abschnitte derselben eine mehrfache Theilung jener feinen Nervenfasern wahrnehmen, deren einzelne Aestchen, nachdem sie sich meistens noch in eine Endgabel gespalten, theils nach den Seiten hinliefen, theils bis hart an die Spitze verfolgt werden konnten, um schliesslich mit ganz leichten Anschwellungen aufzuhören.

Das Epithel der Papillen, dessen Ablösung nicht gelang, wird an dem grösseren unteren Abschnitte des Papillarkörpers als eine einfache Zellenlage, an dem oberen Abschnitte als „gewöhnlich massenhaft und pigmenthaltig“ beschrieben. Nach der ganzen Darstellung und besonders nach der dem Aufsatze in Fig. 1 beigegebenen Abbildung kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die letzten gabligen Nervenausläufer mit ihren leichten Endanschwellungen als in diesem hohen, die Papillenspitze deckenden Epithel gelegen betrachtet werden.

Am Schlusse seiner Arbeit spricht Stricker die Vermuthung aus, dass diese Schleimhautpapillen als provisorische Geschmacksorgane zu deuten seien.

Um einen bequemen Ueberblick über die ganze Mundhöhlenschleimhaut einer Froschlarve zu erhalten, empfiehlt sich folgendes Verfahren. Nach Entfernung der Bauchhöhleneingeweide sowie der seitlichen und unteren Bauchwand führt man die eine Branche einer nicht zu dicken Scheere von vorne durch die Mundöffnung ein und trennt mit einigen dicht an der Schädelbasis horizontal nach hinten geführten Schnitten den ganzen, aus Unterkiefer, Zungenbein und Kiemenkorb sowie deren Suspensorien gebildeten Boden der Mundkiemenhöhle erst an der einen und dann an der anderen Seite soweit ab, dass man dieses ganze Stück nach unten klappen kann. Dann löst man dasselbe auch hinten und somit vollständig ab, indem man die Schnitte dicht hinter dem Kiemenkorbe von einer Seite zur anderen herumführt. Dabei bleibt der trichterförmige Eingang zum Oesophagus sowie die darunter gelegene Kehlkopfanlage mit den daran hängenden, halb entwickelten Lungen an dem oberen Kopfrumpfstücke sitzen.

Bei dieser Präparation gewinnt man die wichtigsten Partien der ganzen Mundhöhle, nämlich den im Allgemeinen flachen Boden und die ebenfalls ziemlich flache Decke unversehrt im vollständigen Ueberblick, während nur die minder wichtigen Seitenwandungen durch den Schnitt verletzt werden.

Die Papillen der Mundschleimhaut erreichen ihre vollkommenste Ausbildung, sobald das Thier als Larve ausgewachsen ist und damit den Höhepunkt seines eigenthümlichen, eine ganz beson-

dere Organisation erfordernden Larvenlebens erreicht; sie bleiben dann ziemlich unverändert, so lange die für diese Daseinsform bedeutsamsten Organe, die Kiemen, das Gebiss, der Darm und der grosse Ruderschwanz sich in ihrer Integrität erhalten, mögen daneben auch schon manche der für den späteren Froschkörper typischen Organe, z. B. die Extremitäten zur Ausbildung gekommen sein. Erst wenn der Uebergang zum Luftleben selbst eintritt und zur Reducirung oder Absorption jener speciellen Larvenorgane führt, beginnen auch die Mundhöhlenpapillen zu verkümmern.

Ich habe mich beim Studium dieser Gebilde fast ausschliesslich solcher völlig ausgewachsenen Larven bedient, bei denen bereits die hinteren Extremitäten hervorgebrochen waren. Der beträchtlicheren Grösse wegen hielt ich mich vorzüglich an mir hier in Rostock reichlich zu Gebote stehenden Larven von Pelobates fuscus, habe indessen auch gelegentlich Larven von Rana esculenta, Rana temporaria und Bufo cinereus verglichen, ohne, abgesehen von den Grössenverhältnissen, erhebliche Differenzen zu finden. Die ganze folgende Darstellung sowie die angegebenen Maasse beziehen sich auf die erst genannte Species in dem erwähnten Entwicklungsstadium.

Hat man an einer solchen Larve in der vorhin beschriebenen Weise die ganze Innenwandung der Mundkiemenhöhle zur Anschauung gebracht, so überzeugt man sich zunächst, dass die betreffenden Papillen überhaupt nur im Gebiete der eigentlichen Mundhöhle, nicht aber in der mit ihr zusammenhängenden und ihre hintere Fortsetzung darstellenden Kiemenhöhle vorkommen. Der ganze hintere Abschnitt der die Schädelbasis überkleidenden Schleimhaut erscheint durchaus glatt und auch in der unteren Wand zeigen die horizontalen Platten, welche als eine directe Fortsetzung des Mundhöhlenbodens die Kiemen überragen uud zum Theil verdecken (ich werde sie einfach Kiemendeckplatten nennen) eine platte Oberfläche; denn die jederseits 5 grossen Zacken, in welche ihr hinterer freier Rand ausläuft, sind keine einfachen Schleimhautpapillen, sondern durch Knorpel gestützte Ausläufer, welche in ihrem ganzen Bau nicht mit den Papillen der Mundhöhle sondern mit den ebenen platten Theilen derselben übereinstimmen.

Während die meisten der eigentlichen Schleimhautpapillen nur ganz niedrige knötchenförmige Erhebungen darstellen, erscheinen andere als schlank kegelförmige oder leicht abgeplattete Zotten von 0,2—0,4 Mm. Höhe, und einige erfordern sogar wegen ihrer besonderen

Form und Grösse eine specielle Beschreibung. Unter diesen letzteren verdient zuerst eine etwa in der Mitte des Daches der Mundhöhle im engeren Sinne befindliche Bildung erwähnt zu werden, eine etwa 1.4 Mm. hohe und fast 3 Mm. lange dünne Querfalte, welche wie ein Segel vom Gaumen herabhangend mit dem freien Rande meist etwas nach vorne gerichtet ist. Die concaven Seitenränder dieser Gaumenquerfalte (wie ich sie nennen will) führen von ihrer breiteren Basis zu den 2 äusseren der 4 symmetrisch gestellten Zacken, mit welchen der freie Rand besetzt ist, und zwischen denen sich bogenförmige Auskerbungen befinden. Schräg nach aussen und vorne von dieser auffallenden Bildung steht jederseits eine etwa 1.5 Mm. hohe, platte Zotte mit schräger von innen und hinten nach aussen und vorne gerichteter Basis, gewöhnlich etwas nach vorne und innen umgeklappt. Ich werde sie Nebenzotten nennen. Eine ähnliche platte Zotte von gleicher oder noch etwas beträchtlicherer Grösse findet sich dicht vor jeder der beiden schräg gerichteten spaltenförmigen Oeffnungen, durch welche die Nasenhöhlen mit der Mundhöhle communiciren, und kann als vordere Choanenklappe bezeichnet werden, während der nach innen und hinten gerichtete Winkel derselben Spalten durch eine viel niedrigere platte Klappe überdeckt wird, welche innere Choanenklappe genannt werden soll. Die zur unmittelbaren Begrenzung der Choanenspalten selbst dienende Schleimhaut wulstet sich zu zwei parallelen niedrigen Falten auf, deren dünne freie Ränder sich ähnlich wie ein Paar Stimmbänder gegenüberstehen. Von den übrigen Papillen des Gaumens haben wir zunächst zwei parallele Reihen der einfach kegelförmigen zu erwähnen, welche von den Nebenzotten aus grade nach hinten bis zu der durch einen queren Schleimhautwulst und ein paar grössere querlaufende Blutgefässe angedeuteten hinteren Grenze des eigentlichen Mundhöhlendaches ziehen und jederseits aus 5 oder 6 Papillen bestehen. Die hinteren Endpunkte dieser zwei parallelen Längsreihen werden durch eine Querreihe von 4 ähnlichen Papillen verbunden, welche sich jederseits in einem nach vorn und aussen ziehenden, die Concavität nach hinten richtenden Bogen von etwas niedrigeren Papillen fortsetzt. Auf diese Weise wird durch die zuletzt genannte Reihe, die beiden parallelen Längsreihen und den diese letztere vorne begrenzenden grösseren Zotten nebst der Gaumenquerfalte die ganze Gaumenfläche in 4 Felder getheilt, nämlich das fast quadratische, vorne durch die

Gaumenquerfalte, hinten durch die hintere Querreihe und seitlich durch die beiden parallelen Längsreihen umrahmte Mittelfeld, das von der Gaumenquerfalte nach vorne bis an die Hornkieferplatte des Unterkiefers sich erstreckende, seitlich durch die Nebenzotten und die Choanenklappen eingeengte Vorderfeld, und die nach aussen von den beiden Längsreihen gelegenen, vorne durch die Choanen, hinten durch die bogenförmigen lateralen Fortsetzungen der hinteren Querreihe begrenzten Seitenfelder. Auf jedem dieser 4 Felder stehen eine Anzahl kleinster knötchenförmiger Papillen, zum Theil in bestimmter Anordnung. Das Vorderfeld zeigt dieselben nur in seinem hinteren Abschnitt, wo sie sich in drei parallelen Reihen angeordnet finden, von denen die mittlere grade in der Medianlinie, die beiden anderen seitlich symmetrisch daneben gelegen sind. In dem Mittelfelde kommen ausser drei ähnlich gestellten, aber den ganzen Raum durchziehenden Längsreihen noch ein paar Papillen jederseits unmittelbar neben der medianen Reihe vor. Weniger regelmässig ist die Anordnung auf den Seitenfeldern, denn wenn sich auch in der hinteren Region jederseits Linien parallel der hintersten bogenförmigen Reihe formirt finden, so ist doch die Stellung in den vorderen Partien eine durchaus irreguläre.

Die Gesammtzahl der kleinen knötchenförmigen Erhebungen beträgt nach meinen Zählungen am Gaumengewölbe etwa 80, während von den höheren kegel- oder zottenförmigen ungefähr 30 daselbst vorhanden sind.

Eine im Ganzen ähnliche Anordnung zeigen die Papillen am Boden der Mundhöhle. Hier tritt bald nach dem Durchbruch der hinteren Extremitäten in geringer Entfernung hinter dem Unterkiefer ein rundlicher Wulst als erste Anlage der späteren Froschzunge auf. Seitlich neben diesem Zungenwulst, welcher selbst gewöhnlich einige, meistens 2, spitze zottenförmige Papillen trägt, beginnen zwei parallel nach hinten ziehende Längsreihen grösserer kegel- oder zottenförmiger Papillen, welche bis zu den Ursprungslinien der beiden Kiemendeckplatten reichen und hier rechtwinklich auf zwei Zotten-Querreihen treffen, welche jenen bogenförmigen, die Concavität nach hinten kehrenden Ursprungslinien der Kiemendeckplatten im Allgemeinen entsprechen, sich aber medianwärts soweit nähern, dass sie einen hinteren Abschluss für das Mittelfeld bilden, welches vorne durch das Zungenrudiment, seitlich durch die beiden parallelen Längsreihen begrenzt wird. Die lateralen Enden

dieser Querbogen geben die hintere Grenze für die seitwärts von den Längsreihen gelegenen Seitenfelder. Jetzt bleibt noch ein Vorderfeld zwischen dem Zungenrudiment und dem Unterkieferbogen und ein zwischen den beiden Kiemendeckplatten befindliches Hinterfeld, welches letztere an der Gaumenfläche kein Analogon hat.

Das Vorderfeld ist mit mehreren seitlich symmetrisch angeordneten höheren zottenförmigen Papillen besetzt; auf dem Mittelfelde zeigt nur der hintere Theil Papillen, welche ebenfalls ziemlich gross und zottenartig gebildet, parallel den bogenförmigen Hinterreihen stehen, während davor einige niedrige Knötchen in zwei der Medianlinie parallelen kurzen Längsreihen bemerkt werden. Die Seitenfelder tragen eine Anzahl ziemlich unregelmässig gruppirter Papillen der kleinsten Form, während andere derselben Grösse auf dem Hinterfelde in drei parallelen Längsreihen geordnet sind, deren mittlere der Medianlinie entspricht. Im Ganzen finden sich auf dem Boden der Mundhöhle etwa 50 grössere kegel- oder zottenförmige und einige 30 kleinere knötchenförmige Papillen.

Es würden demnach überhaupt gegen 200 Papillen in der Mundhöhle vorkommen, unter denen etwa 80 grössere von Kegel- oder Zottenform.

Schon bei Anwendung schwacher Vergrösserungen erkennt man, dass die meisten dieser eben beschriebenen Schleimhauterhebungen nicht eine gleichmässig glatte Oberfläche besitzen. Besonders sind es die grösseren Zotten und die als Gaumenquerfalten, Choanenklappen und Nebenzotten oben besonders hervorgehobenen Bildungen, welche, vornehmlich gegen die Spitze zu, sowie an dieser selbst mit eigenthümlichen Vorsprüngen, welche man ihrer äusseren Form nach am Besten mit der oberen Hälfte einer im Aequator halbirten länglichen Tonne vergleichen kann, mehr oder minder reichlich besetzt erscheinen. Während alle kleineren Papillen mit einem derartigen Vorsprung an der Spitze abschliessen und in ihren niedrigsten Formen fast nur aus diesen selbst zu bestehen scheinen, zeigen die etwas grösseren an der Spitze schon häufig zwei, wegen der beengten Grundlage etwas divergent auseinanderstehende Buckel. Bei anderen Papillen von grösserer Breite finden sich auch wohl 3 und mehr solcher Buckel am äusseren Ende, doch erst bei den höchsten Formen stehen dieselben auch weiter abwärts an den Seiten und hier wiederum meistens nicht gleichmässig vertheilt, sondern gewöhnlich ausschliesslich oder doch hauptsächlich an einer

Seite. So fand ich z. B. an dem etwa 0,5 Mm. langen Zotten, welche sich auf dem Vorderfelde des Mundhöhlenbodens dicht hinter dem Unterkiefer erheben, ausser der Spitze nur die nach vorne und innen gewandte Seitenfläche mit diesen eigenthümlichen Vorsprüngen besetzt, während der übrige Theil der Seitenwandung durchaus glatt erschien (Fig. 6). An den vorderen Choanenklappen und den Nebenzotten sind es ebenfalls nur die nach vorne und innen gekehrten Partien der Seitenfläche, welche nebst der Spitze reichlich mit derartigen Buckeln versehen sind, während an den übrigen Seiten nur einzelne derselben hie und da bemerkt werden (Fig. 3). Auffallend ist es, dass die stimmbandähnlichen Falten, welche die Choanenöffnung direct begrenzen, sowie die an dem inneren Winkel der letzteren gelegene, innere Choanenklappe entweder ganz frei bleiben oder doch nur ganz vereinzelte Vorsprünge erkennen lassen. Dagegen sind an den platten Flächen und den concaven Seitenrändern, besonders reichlich aber an den 4 vorspringenden Zacken der Gaumenquerfalte diese kleinen Buckel stets vorhanden (Fig. 5).

Zum Studium des feineren Baues benutzte ich ausser den vom lebenden oder eben getödteten Thiere entnommenen, vorzüglich in Chromsäure und Müller'scher Lösung macerirte Papillen. Gewöhnlich habe ich die lebenden Larven direct in ein mit solchen Lösungen gefülltes Gefäss von etwa 100 Cbcntm. Inhalt gebracht. Bei den fortwährenden Respirations- und Schluckbewegungen, welche die Thiere in diesen Flüssigkeiten machen, tritt dieselbe in hinreichende Berührung mit den Mundpapillen und ich bin der Ansicht, dass so eine vortheilhaftere Erhärtung und Maceration besonders des Epithels eintritt, als wenn man die abgeschnittenen Theile in die betreffenden Lösungen legt. Vermeidet man durch häufiges Wechseln der Flüssigkeit die Gefahr des Faulens, so findet man selbst nach längerer Zeit die ganze Mundhöhlenschleimhaut gut conservirt, und es lässt sich die Epitheldecke leicht von der bindegewebigen Unterlage abheben. Nur an den oben erwähnten buckelförmigen Vorsprüngen der Papillen pflegt die hier stets höhere Epithelmasse etwas fester zu heften, ohne dass indessen auch hier ihre Ablösung Schwierigkeiten macht.

Der bindegewebige Papillenkörper, wie er nach vollständiger Entfernung des Epithels als eine hell durchscheinende kegelförmige

Bildung selbst mit den stärksten Systemen bequem untersucht werden kann, besitzt im Allgemeinen eine von einer ziemlich structurlosen Grenzschicht gebildete glatte Oberfläche; nur die den genannten Buckeln entsprechenden leicht hügelförmigen Erhebungen zeigen quer abgestutzte, ziemlich rauhe, kreisförmige Endflächen ohne hyaline Grenzlage, aus welchen eine Anzahl feiner aber unregelmässig knotiger Fädchen und Zacken hervorragen (Fig. 9).

Das Bindegewebsstroma lässt in einer klaren wahrscheinlich gallertigen, nur an der Oberfläche festeren Grundsubstanz eine beträchtliche Anzahl stern- und spindelförmiger Bindegewebskörperchen erkennen, welche insofern eine bestimmte und eigenthümliche Anordnung zeigen, als sie fast sämmtlich quer zur Längsaxe der Papillen und parallel der Seitenfläche gerichtet sind. Besonders deutlich wird diese Lagerung durch ihre hellen, längsovalen Kerne markirt, um deren Endpole sich das spärliche, trübkörnige, die Zellenausläufer absendende Protoplasma angehäuft findet. Während in dem unteren und mittleren Theile des Papillenkörpers diese Bindegewebszellen ziemlich weit und gleichmässig von einander abstehend die Papillaraxe umkreisen, und dadurch bei der Helligkeit der Grundsubstanz für die oberflächliche Betrachtung fast das Ansehn von Knorpelgewebe hervorrufen, sind sie an der Spitze gewöhnlich etwas dichter gelagert.

In den meisten Papillen lassen sich Blutgefässcapillaren und zwar gewöhnlich in Form einer einfachen, dicht unter dem abgestutzten Ende umbiegenden Schlinge nachweisen, nur bei einigen besonders grossen und in der Form abweichenden entwickelt sich ein wirkliches Capillarnetzwerk mit mehreren Maschen.

Vor allen Dingen müssen aber die schon von Stricker beschriebenen, jede Papille der Länge nach durchziehenden dünnen Nervenfasern interessiren. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen stimmen in Betreff dieser Gebilde, soweit sie in der bindegewebigen Grundlage verlaufen, mit der Stricker'schen Darstellung vollständig überein. Auch ich fand dünne, durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen sich gegen die Umgebung deutlich abhebende Fäden, welche bei einfachen, mittelgrossen Papillen zu 2—4 vom Grunde derselben in die Höhe steigen und sich gegen die Spitze zu hie und da spitzwinklich theilen. An solchen Theilungsstellen fiel mir bisweilen eine kleine schwimmhautartige Verbreiterung auf. Bei den grösseren, mit mehreren Buckeln besetzten

Papillen sieht man auch einzelne, zu jenen Vorsprüngen hinziehende Nervenfäden sich seitlich von dem Hauptzug abzweigen. Es ist mir ferner, ebenso wie Stricker, mehrfach geglückt, den directen Zusammenhang dieser dünnen Fäden mit derben, markhaltigen Nervenfasern wahrzunehmen, welche bündelweise ziemlich reichlich unter den Papillen wegziehen.

Andrerseits konnte ich mich auch gleich Stricker deutlich davon überzeugen, dass diese feinen Nervenfasern über die Bindegewebsgrundlage hinausgehen, also wirklich in das Epithel hineintreten. Ich habe den directen Uebergang einzelner solcher dünnen Nervenfasern in kurze, knotige Fädchen beobachtet, welche über die abgeflachte Endfläche des Bindegewebskörpers einer Papille nach Abhebung des Epithels hervorragen (Fig. 9).

Nur jene von Stricker beschriebene eigenthümliche letzte Endigung in der dicken Epitheldecke, „ein Aufhören mit leichten Endanschwellungen nahe der Epitheloberfläche nach vorausgegangener gabliger Theilung“ konnte ich nicht bestätigen.

Dagegen ist es mir gelungen, hier Verhältnisse ganz anderer Art aufzufinden, deren Kenntniss für die physiologische Deutung der Mundhöhlenpapillen hoffentlich entscheidend sein wird.

Das im Allgemeinen ziemlich gleichartige Deckepithel der Mundhöhlenschleimhaut ist nämlich grade an den oftgenannten buckelförmigen Vorsprüngen unterbrochen und durch eine ganz andersartige Epithelformation ersetzt, welche wir sogleich näher betrachten wollen. Zuvor soll indessen noch jenes mehr indifferente Deckepithel characterisirt werden, welches die glatten Partien der Papillenoberfläche, sowie die übrige Innenwandung der Mundhöhle überkleidet. Dasselbe ist geschichtet (nicht einschichtig, wie Stricker will), besteht jedoch nur aus wenigen, meistens nur 2 übereinanderliegenden Zellenlagen, von denen die untere aus gewöhnlich etwas gestreckten, pallisadenartig nebeneinander stehenden Zellen mit hellem Inhalte und grossen lichten Kernen, die obere aus polyëdrischen Zellen ähnlicher Art zusammengesetzt ist, welche letztere indessen durch eigenthümliche, mit den Seitenrändern sich genau aneinanderlegende und so eine ebene Grenzfläche bildende cuticulare Grenzsäume ausgezeichnet sind. Diese Cuticulasäume gleichen sehr denjenigen der äussersten Epidermiszellen der Froschlarven, wie ich sie im V. Bande dieses Archivs p. 300 beschrieben und in den dazugehörigen Figuren 21—25 der Taf. XVIII dargestellt habe.

Auch sie bestehen im Wesentlichen aus einem vielmaschigen Netzwerk, in dessen Lücken ich jedoch hier nicht die in den obersten Epidermiszellen gefundenen kleinen, glänzenden, rundlichen Körperchen entdecken konnte. Die soliden Seitenränder dieser cuticularen Säume legen sich so genau aneinander, dass man oft kaum die Grenzlinien zwischen den Zellgebieten erkennen kann. Dass indessen hier keine eigentliche Verschmelzung besteht, zeigt der Umstand, dass die Zellen sammt den dazu gehörigen Cuticuladeckstücken bei genauem Zerzupfen stets auf der Grenze leicht auseinanderweichen (Fig. 11).

Gegen das so beschaffene geschichtete Deckepithel setzen sich die eigenthümlichen Epithelzellengruppen der buckelförmigen Vorsprünge auf das Schärfste ab. Es sind dies den äusseren Umrissen nach tonnenförmig gestaltete Bündel langgestreckter Zellen, welche sämmtlich parallel und senkrecht zur Bindegewebsgrundlage von dieser bis an die freie Oberfläche reichen, und also zusammen ein knospenartiges Gebilde darstellen, grade wie die von Leydig entdeckten und von ihm becherförmige Organe genannten, von mir in ihren feineren Bauverhältnissen näher studirten und in ihrer Function als Geschmacksorgane erkannten Geschmacksknospen der Fische, und sehr ähnlich den von Lovén und Schwalbe beschriebenen Geschmacksknospen der Säugethierzunge. Aber nicht allein auf die äussere Form erstreckt sich diese interessante Uebereinstimmung, auch die zelligen Elemente selbst gleichen sich in Form und Anordnung vollständig. Wir treffen hier ebenso wie in den Geschmacksknospen der Fische und Säugethiere zwei wesentlich verschiedene Zellenformen an, welche kurz als Stützzellen und Sinneszellen unterschieden werden sollen. Erstere sind lange prismatische Cylinderzellen von ziemlicher Breite, welche oben quer abgestutzt mit einer dünnen Cuticulardecke sämmtlich in gleichem Niveau enden, unten dagegen in mehrere kurze, unregelmässig zackige Fortsätze auslaufen, mit denen sie in der Bindegewebsgrundlage wurzeln. Etwa in der Mitte oder etwas unterhalb liegt in ihrem ziemlich hellen, wenig körnigen Protoplasma ein heller, längsovaler Kern.

Zwischen diesen Elementen finden sich die anderen ziemlich regelmässig in der Art vertheilt, dass sich niemals zwei derselben unmittelbar berühren, sondern stets etwa um die Breite einer Stützzelle auseinanderstehen, während die äussere Randzone des

ganzen Bündels ausschliesslich aus Stützzellen gebildet wird. Diese so getrennt stehenden Elemente gleichen nun in jeder Beziehung den Geschmackszellen der Fische, wie ich sie im Bd. XII der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1862 p. 220 und im Bd. III. p. 153 dieses Archivs beschrieben habe, sowie auch den Geschmackszellen der Säugethierzunge nach der Darstellung von G. Schwalbe im Bd. IV dieses Archivs. Es sind lange fadenförmige Gebilde von gleichmässigem und ziemlich starkem Lichtbrechungsvermögen, welche in der Nähe des unteren Endes mit einer spindelförmigen, einen länglichen Kern enthaltenden Anschwellung versehen sind. Das äussere Ende trägt einen kurzen, leicht conisch zugespitzten Aufsatz, welcher gegen das lange fadenförmige Oberstück durch eine deutliche Querlinie abgesetzt erscheint. Diese kegelförmigen Spitzen ragen frei über die durch sämmtliche Stützzellenendflächen formirte ebene Oberfläche der ganzen Knospen hervor (Fig. 4 und 7) und stimmen auch darin mit den gleichgebildeten Theilen der Geschmackszellen der Fische (vergl. Fig. 3 auf Taf. VII im III. Bande dieses Archivs) und der Säugethiere (Fig. 11, 12 und 13 auf Taf. XIII im IV. Bande dieses Archivs) überein. Ohne Zweifel sind sie analog den frei vorstehenden haar- oder borstenförmigen Endtheilen anderer Sinneszellen, wie z. B. der Riechzellen, Hörzellen und der von mir im VI. Bande dieses Archivs beschriebenen Sinneszellen der Seitenorgane bei Fischen und Amphibienlarven. Häufig sah ich den unteren fadenförmigen Abschnitt der ganzen Zellen varikös; und an dem oberen fadenförmigen Ende liess sich zuweilen eine merkwürdige Gliederung in abwechselnd helle und dunkle ziemlich gleich breite Zonen erkennen (Fig. 8 c), wie sie ähnlich von A. Key an den Geschmackszellen von der Zunge des erwachsenen Frosches bemerkt worden ist. Die Zahl der in einer Knospe enthaltenen Sinneszellen, welche sich leicht nach den über die äussere Endfläche frei vorstehenden Spitzen abschätzen lässt, wechselt je nach der Breite der Knospen von 10—30.

Eine besondere Erwähnung verdient noch die eigenthümliche Art der Einlagerung dieser eben beschriebenen knospenförmigen Cylinderzellengruppen in das sie umgebende allgemeine Deckepithel. Da die Knospen viel länger sind als die Höhe jenes geschichteten Epithels beträgt und ausserdem entweder auf der Spitze der Papillen oder doch auf kleinen Erhebungen der Bindegewebsgrundlage

aufstehen, so können sie nicht in das umgebende Epithellager einfach in der Art eingebettet sein, dass ihre Endfläche an niveau mit der ganzen Epitheloberfläche liegt, sondern sie ragen eben buckelförmig vor. Trotzdem liegen aber ihre Seiten nicht frei, sondern sind von einer sich scheidenartig erhebenden directen Fortsetzung des allgemeinen geschichteten Deckepithels zugedeckt, welche sich wie ein Mantel um die ganze Knospe herumlegt und nur für das quer abgestutzte obere Ende derselben oben eine rundliche Lücke besitzt (Fig. 4 und 7). Diese letztere ist von einer Ringlage platter Zellen umrandet, welche sich an dem Innenrande noch etwas zuschärfen und eine einschichtige Lage bilden, während der untere Theil der Knospen noch von zwei übereinander geschichteten Lagen niedriger polyedrischer Zellen seitlich bekleidet wird.

Es kann nach den mitgetheilten Beobachtungen keinem Zweifel unterliegen, dass den knospenförmigen Bildungen im Epithel der Mundhöhlenpapillen der Froschlarven die nämliche Function zuzuschreiben ist wie den bekannten Geschmacksknospen der Fische und der Säugethiere, mit denen sie ihrem ganzen Bau nach übereinstimmen, nämlich die Function des Schmeckens; und dass wir daher berechtigt sind, auch diese Gebilde Geschmacksknospen und die darin befindlichen fadenförmigen, mit frei vorstehenden Spitzen versehenen Zellen Geschmackszellen zu nennen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXII.

Sämmtliche hier dargestellten Präparate stammen von etwa 10 Ctm. langen Pelobates fuscus Larven, bei denen die hinteren Extremitäten bereits hervorgebrochen waren.

Fig. 1. Dach der Mundkiemenhöhle von einer in CrO^3 1 : 500 erhärteten Larve. Vergr. $\frac{2}{1}$.

Fig. 2. Das zu 1 gehörige untere Stück, der Boden der Mundkiemenhöhle, nach Entfernung der äusseren Haut. Vergr. $\frac{2}{1}$.

Fig. 3. Epitheldecke einer vorderen Choanenklappe. Die schrägabfallende rechte Seite ist die mediane. Erhärtung in CrO^3 1 : 500. Vergr. $\frac{50}{1}$.

Fig. 4. Einfache kegelförmige Papille vom Gaumen. Maceration in Müller'scher Lösung. Vergr. $\frac{200}{1}$.

Fig. 5. Gaumenquerklappe mit Andeutung der Geschmacksknospen und des Randepithels. Erhärtung in CrO^3 1 : 500. Vergr. $\frac{50}{1}$.

Fig. 6. Grössere Papille vom Vorderfelde des Mundhöhlenbodens. Die rechte mit Geschmacksknospen dicht besetzte ist die nach innen und vorne gewandte. Erhärtung in CrO^3 1 : 500. Vergr. $\frac{50}{1}$.

Fig. 7. Abgehobene und ein wenig gelockerte Geschmacksknospe. Maceration in Müller'scher Lösung. Vergr. $\frac{400}{1}$.

Fig. 8. Isolirte Zellen aus einer in Müller'scher Lösung macerirten und vollständig zerzupften Geschmacksknospe. a und e Stützzellen. b c und d Geschmackszellen. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Fig. 9. Oberes Ende einer einfach kegelförmigen Papille nach Abhebung des Epithels. Nach Maceration in Müller'scher Lösung mit verdünnter Essigsäure geklärt. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Fig. 10. Ringförmige Lage der obersten Zellen der die Seiten einer Geschmacksknospe umkleidenden Deckepithellage. Flächenansicht von oben. Maceration in Müller'scher Lösung. Vergr. $\frac{400}{1}$.

Fig. 11. Flächenansicht der Cuticularsäume einiger Deckepithelzellen von oben. Maceration in Müller'scher Lösung. Vergr. $\frac{600}{1}$.

Fig. 12. Eine mit Cuticularsaum versehene oberste Deckzelle in der Seitenansicht. Maceration in Müller'scher Lösung. Vergr. $\frac{600}{1}$.



Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten.

Von

Prof. Cienkowsky.

Hierzu Taf. XXIII u. XXIV.

Die Infusorien waren in den zwei letzten Decennien Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen. Obwohl Stein's, — Claparède und Lachman's Arbeiten unsere Kenntnisse von den Ciliaten in hohem Grade erweiterten, blieben trotzdem die Flagellaten von den Zoologen und Botanikern fast unberücksichtigt.

Das charakteristische Merkmal der Flagellaten besteht darin, dass sie den auf verschiedene Art veränderten Typus der pflanzlichen Zoospore darstellen. Als Vorstudium für eine specielle Bearbeitung genannter Organismen schien es mir unumgänglich, mich zuerst zu der nächsten Pflanzengruppe zu wenden, bei welcher das Leben der Zoospore ein vorherrschendes Glied in dem Entwicklungskreise bildet. Grade diese Eigenthümlichkeit finden wir bei den Palmellaceen. Unter den letzten sondert sich eine Gruppe von Gattungen (Gloeocystis, Pleurococcus, Tetraspora, Palmella, Hydrurus) aus, deren Entwickelung einen Leitfaden für das Studium vieler Flagellaten abgiebt — und die man als echte Palmellaceen bezeichnen könnte. Blos diese habe ich hier berücksichtigt, die Fadenformen ganz ausser Acht lassend und die stielbildenden nur theilweise berührend.

Aus meinen, die Flagellaten betreffenden Beobachtungen will ich hier die Entwickelung einiger Species mittheilen, die sich voll-

ständig in den Entwicklungskreis der Palmellaceen fügen, dann zu solchen Formen übergehen, wo dieser Typus einige Abänderung erleidet, und schliesslich zweier monadenartiger Wesen Erwähnung thun, bei welchen im Innern des Körpers Ruhe-Zustände entstehen, also die Entwicklungsnorm der Palmellaceen keine Anwendung mehr findet.

I.

In meinem Aufsatze: Die chlorophyllhaltigen Gloeocapsen [1]), habe ich auf die Thatsache hingewiesen, dass in den Gattungen: Gloeocystis, Pleurococcus die grünen in die Gallerte eingehüllten Primordialzellen zwei contractile Räume besitzen: und dass sie unter gewissen Bedingungen die Gallert-Blasen verlassen, Cilien bekommen und sich bewegen wie Zoosporen (Fig. 1, 2). In den Gattungen: Gloeococcus, Tetraspora, Apiocystis behalten die Zoosporen ihre Cilien selbst dann, wenn sie sich schon in Gallerte eingehüllt haben, dadurch zur Evidenz beweisend, dass wir die echten Palmellaceen als Kolonien sich vermehrender Zoosporen zu betrachten haben. — Das wesentliche Attribut der Primordialzellen genannter Algen besteht immer in der Anwesenheit von contractilen Vacuolen.

Wie bekannt, war Fresenius der erste, der an Apiosystis einen pulsirenden Raum entdeckte [2]). — Ich fand später deren zwei bei Gloeocystis, Pleurococcus. Gegenwärtig diese Beobachtungen auf eine grössere Zahl der Palmellaceen erweiternd, habe ich zwei bei Apiocystis, Tetraspora (Fig. 8, 9), mehrere bei Hydrurus, Palmella sp. aufgefunden (Fig. 13). Andere Gattungen, wie z. B. Schizochlamys, Palmodactylon, Nephrocytium, Raphidium haben immer zu negativen Resultaten geführt und gehören wahrscheinlich zu anderen Entwickelungskreisen.

In einigen Gattungen besitzt die befreite Zoospore eine abstehende Gallerthülle; wie weit dieses Kennzeichen in der ganzen Gruppe sich verbreitet, ist zur Zeit nicht ermittelt. Die Palmellaceenzoosporen sind mit Chlorophyllgrün gefärbt oder wie bei Hydrurus mit einem gelblich-braunen, beim Absterben in grün übergehenden Pigment tingirt. Sie vermehren sich durch Theilung; in

---

1) Bot. Zeit. 1865.

2) Abhandlungen d. Senckenberg. Ges. B. 2. p. 237.

seltenen Fällen gelingt es Mikrogonidienbildung von unbekannter Bedeutung zu beobachten.

Die sich durch einige oder mehrere Generationen vermehrende Zoospore geht schliesslich in einen Ruhezustand über, dabei wächst sie bedeutend, nimmt Kugelgestalt an, verliert die Cilien, wenn solche vorhanden waren und sondert eine harte Cellulose-Membran aus; unterdessen verschwindet die sie einhüllende Gallerte, an deren Stelle eine derbe, scharf contourirte oder mehrere concentrisch geordnete Membranen zum Vorschein kommen. Selten bleiben selbst die mehrere Generationen umschliessenden Hüllen lange noch sichtbar. — Zu derselben Zeit ändert sich auch der Inhalt der künftigen Ruhe-Spore; wird stark lichtbrechend und bekommt eine goldgelbe oder orange Farbe (Fig. 3). Zellen von solchem Aussehen erinnern so lebhaft an die allbekannte einzellige Alge, an den Chroococcus aureus Rbnh (Fig. 3 bis), dass ich nicht umhin konnte, den letzten einer Kultur zu unterwerfen in der Hoffnung möglicherweise aus ihm eine Gloeocystiskolonie zu erziehen.

Zu diesem Zwecke waren zahlreiche im Freien von mir gesammelte Chroococcus-Exemplare in hangenden Tropfen auf ein Deckgläschen ausgesäet und in feuchter Kammer längere Zeit beobachtet. — Schon nach Verlauf einer Woche hatte sich der Inhalt verändert, indem er zur Hälfte ergrünte; darauf zog sich diese Partie von dem noch gelben Theile zurück, die erste Primordialzelle bildend (Fig. 5). Es dauerte nicht lange, so war auch die andere Hälfte des Inhalts grün, nahm wie die erste Kugelgestalt an und stellte somit die zweite Primordialzelle dar. Indem sich nun nachträglich diese ersten nackten Zellen mehrere Mal durch Theilung vermehrten, entstand eine neue Gloeocystiskolonie (Fig. 6, 7). In derselben Zeit aber dehnte sich die innere Schicht der Chroococcus-Membran dermassen aus, dass ich die äusseren Hüllen, die ihr in der Ausdehnung nicht folgen konnten, zersprengte. — Die Kappe, die man oft an der jungen Kolonie angeheftet findet, ist der Ueberrest der Chroococcus-Membran (Fig. 7).

Somit wäre unzweifelhaft bewiesen, dass aus Chroococcus aureus eine Gloeocystis entsteht. — Andererseits, wie schon erwähnt, bildet die letzte beim Uebergang in Ruhezustand Zellen, die durch kein Merkmal von Chr. aureus zu unterscheiden sind.

Das zweite Beispiel, wo es mir gelang, die Bildung und weitere Entwickelung der Ruhesporen bei den echten Palmellaceen zu ver-

folgen, war eine Tetraspora, die sich am nächsten an die T. gelatinosa Ag. anschliesst. Ich fand sie sehr oft in den schnell fliessenden Bergbächen und Pfützen der südlichen Krim. Diese Tetraspora bildet ihre Ruhezustände vollständig auf dieselbe Weise wie die Gloeocystis. — Ihre stark ausgewachsenen, sowie auch junge vor Kurzem getheilte Primordialzellen nehmen Kugelgestalt an, bekommen concentrische Hüllen, gelbe oder röthliche Farbe des Inhaltes, mit einem Worte, bilden sich in den Chroococcus aureus um, aus welchem wiederum durch Kultur ich eine Tetraspora erziehen konnte (Fig. 10—12).

Aus dem Mitgetheilten erfolgt also, dass Ch. aureus keine selbstständige Algenspecies vorstellt, sondern als Ruhezustand verschiedener Palmellaceen zu betrachten ist. Keineswegs wäre aber diese Deutung bei allen anderen Chroococcusarten anwendbar, zum Beispiel bei dem von mir untersuchten Ch. macrococcus Rabh. obwohl er auch aus Ruhezuständen neue Kolonien erzeugt, allein an seinen Primordialzellen sind keine pulsirende Räume sichtbar. — In Folge dessen dürfte seine Stellung unter den uns hier beschäftigenden Algen als zweifelhaft erscheinen.

Fassen wir schliesslich die charakteristischen Züge in der Entwickelung echter Palmellaceen zusammen, so erhalten wir folgenden Cyclus:

1) Zustand der Zoospore, 2) Vermehrung derselben, begleitet von Ausscheidung der Gallerthüllen; die pulsirenden Vacuolen sind immer in diesem Zustande vorhanden, 3) Zustand der Ruhe in Form eines Chroococcus, aus welchem durch Theilung des Inhalts eine neue in Gallerte eingebettete Kolonie entsteht.

Wenn wir nun mit Hülfe dieser Entwickelungsnorm die Abtheilung der Flagellaten durchmustern, so finden wir, dass einige unter ihnen als echte Palmellaceen sich erweisen. — Dieses war bewiesen in meiner schon oben citirten Arbeit für verschiedene Species der Chlamydomonas und für die Euglena viridis. — Fernere in derselben Richtung von mir vorgenommene Untersuchungen ergaben, dass auch die Cryptomonas ovata Ehr. und Vacuolaria virescens Cnk. in allen Stadien der Entwickelung dem Typus der Palmellaceen vollständig entsprechen.

Beide Organismen will ich hier etwas näher besprechen.

Die Cryptomonas ovata stellt flache, eiförmige Zoosporen mit einer Endausbuchtung, in welcher zwei Cilien ihren Ursprung nehmen, dar (Fig. 14). Von dieser Stelle dem Meridian entlang

bis zur Mitte des Körpers zieht sich rund herum eine Vertiefung — ein Rand der letzteren erhebt sich etwas über den anderen. Der Inhalt der Zoospore ist von dunkelgrüner oder Olivenfarbe, in der Furche viel heller, gegen die Peripherie in eine Platte verdichtet. Parallel dem Körperrande in einer gewissen Entfernung finden wir eine Reihe grüner Körnchen: eine zweite V-förmige ist an der Furche angebracht und zwar so, dass der eine Arm auf den hervorragenden Rand zu liegen kommt, der andere wie es scheint auf den niedrigeren der entgegengesetzten Seite der Zoospore übergeht. Ausserdem sind noch im Inhalte zwei ovale, violet gefärbte Körper von unbekannter Bedeutung vorhanden (Fig. 14).

Zu diesem mehr oder weniger bekannten Detail kann ich noch hinzufügen, dass an beiden Seiten der Endausbuchtung je eine pulsirende Vacuole vorhanden ist (Fig. 14, s. c), die bei gelindem Drucke auf die Zoospore mit besonderer Deutlichkeit erscheint. Man sieht dann statt der Endvertiefung eine hyaline cilientragende Warze hervortreten mit rhythmisch zusammenfallenden Vacuolen. — Eine harte, sich von dem Inhalte abhebende Membran konnte ich hier nicht wahrnehmen; daher ist die Zoospore als eine nackte Zelle anzusehen.

Die fernere Entwickelungsstufe unserer Cryptomonas besteht in der Bildung einer Gallertkolonie, was auf dieselbe Weise zu Stande gebracht wird wie bei den echten Palmellaceen. — Die Zoospore nämlich wird unbeweglich, scheidet eine geschichtete Gallerthülle aus, dann theilt sie sich in zwei Hälften, die wiederum Gallerte secerniren u. s. w. (Fig. 15—17). Auf diese Weise entstehen Kolonien von 2—16 und mehreren Zoosporen; jedoch so grosse Anhäufungen, wie man sie bei Tetraspora antrifft, habe ich hier nicht gefunden. — Aus dem Umstande, dass beim Druck auf die Kolonie die Zoosporen herausschlüpfen und sogleich bewegungsfähig sich erweisen, darf man schliessen, dass während ihres Gallertezustandes sie die Cilien beibehalten.

Zuletzt habe ich auch das dritte wesentliche Merkmal in der Entwickelung der Palmellaceen den chroococcusartigen Ruhezustand bei Cryptomonas ovata aufgefunden. In diesen übergehend, kugelt sich die Zoospore ein, bekommt eine harte Membran, und ausserdem einige concentrische Hüllen (Fig. 18). Ihr Inhalt, ohne die grüne oder Olivenfarbe zu verlieren, wird grobkörnig und schliesst

die violetten Körper ein. Wie aus dieser Cyste die neue Kolonie entsteht, ist mir noch unbekannt.

Ich gehe zu dem anderen, von mir in den Bergbächen der sächsischen Schweiz gefundenen Flagellat, den ich mit dem Namen Vacuolaria virescens Cnk. belegen werde, über.

Er stellt grosse (0,138 Mil.) eiförmige Zoosporen vor. Ihr Körper ist nacktes Protoplasma von kleinen allerwärts zerstreuten Chlorophyllkörnchen grünlich gefärbt; das zugespitzte Ende trägt zwei lange Cilien (Fig. 19, 20). In der oberen Körperhälfte liegt ein Nucleus eingebettet; zwischen ihm und dem Anheftungspunkte der Cilien finden wir 1—3 pulsirende Räume (von 0,008 Mil. während der Diastole) die sich berühren und in 1—2 zusammenfliessen (Fig. 20, v, c). Zeitweise verschwinden sie gänzlich, einem hellen, dreieckigen Raum Platz machend (Fig. 19, h). Beim Entstehen der Vacuolen kann man auf das Deutlichste wahrnehmen, wie in der Nucleusnähe zuerst viele kleine Flüssigkeitstropfen erscheinen, dann allmälig zusammen fliessen, um schliesslich die pulsirenden Vacuolen herzustellen. Die uns hier beschäftigende Zoospore ist eines der besten Objecte zu Gunsten der für die Ciliaten wieder neulich vor Wrnesniewski[1]) ausgesprochenen Ansicht, dass die contractilen Vacuolen keine eigenen Wände besitzen, sondern auf die oben angegebene Weise entstehen.

Die Vacuolaria-Zoosporen, wie die der vorhergehenden Gattung bilden Gallertehüllen, unter deren Schutz sie sich mehrfach theilen (Fig. 21). Dabei verlieren sie ihre Cilien und verwandeln sich in ruhende Kugeln oder Spheroide. Die Gallertkolonien erreichen auch hier keine bedeutende Grösse.

Was schliesslich den Zustand der Ruhe betrifft, so stellt er Kugeln mit harten Membranen, von einer weit abstehenden gefalteten Hülle umgeben, dar; in dem verdichteten Inhalt konnte ich den Nucleus nicht auffinden (Fig. 22).

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die Flagellatengattungen: Chlamydomonas, Euglena, Cryptomonas, Vacuolaria bei den Palmellaceen ihre natürliche Stellung finden.

Ich lasse vorläufig unentschieden, wie weit dieser Typus in seiner Reinheit auf die Flagellaten auszudehnen sei und wende mich jetzt zu solchen Organismen, die einige wenn auch nicht wesent-

1) Dieses Archiv Bd. V.

liche Abweichung vom Entwicklungsgange der echten Palmellaceen zeigen.

Wie bekannt, zählt man zu den Palmellaceen eine Reihe gestielter Bildungen, z. B. Dictyosphaerium, Vocardium u. dgl., bei welchen chlorophyllhaltige Zellen an farblose, einfache oder verzweigte Stiele angeheftet sitzen. In Ermangelung eines passenden Materials für das Studium der Entwickelungsgeschichte genannter Algen untersuchte ich eine Form, die zwar gewöhnlich zu den Flagellaten gerechnet wird, dennoch nach dem Bau der Zoospore und dem ganzen Entwickelungsgange sich unzweifelhaft als eine Palmellacee herausstellt. Dies ist das sogenannte Colacium stentorinum Ehr. welches man so häufig an Daphniden und anderen kleinen Wasser-Thierchen findet.

Das Colacium besteht aus Bündeln länglich-ovaler, chlorophyllhaltiger, an farblose Schleimstiele befestigter Zellen (Fig. 23). Bei näherer Untersuchung dieser Zellen erwies sich erstens: dass an ihrer Basis, in der Nähe der Anheftungsstelle zwei kleine pulsirende Räume vorhanden sind (Fig. 24, v. c.); zweitens, dass erwähnte Zellen sehr oft Cilien bekommen, von dem Stiel sich ablösen und als Zoosporen davonschwimmen (Fig. 25). Diese zwei Merkmale weisen schon auf eine nahe Verwandtschaft unseres Colacium mit den Palmellaceen; sie tritt noch schärfer hervor, wenn wir noch andere Entwickelungsstufen in Betracht ziehen.

Die einige Zeit sich frei bewegende Colaciumzoospore bleibt still stehen, verliert ihre Cilien und fängt an an dem pulsirenden Ende einen Schleimschaft, vermittels dessen sie sich an lebende Substrate anheftet, auszusondern (Fig. 62). Solche festsitzende grüne Zelle entbehrt der Cilien; sie kann sie wiederum erhalten und von Neuem als Zoospore davon eilen. Gewöhnlich aber bekommt sie eine harte Umhüllung und wird zur Mutterzelle der Kolonie. Um einen neuen Individuen-Verein zu bilden, theilt sich ihr Inhalt durch eine Quereinschnürung in 2 Theile, die sich verlängern, um noch einmal in zwei Hälften zu zerfallen. Die so gebildeten 4 Tochterzellen bekommen längliche Form und an ihren dem Stiel zugewandten Enden werden bald die pulsirenden Vacuolen sichtbar (Fig. 62—66). Die fernere Entwickelung besteht darin, dass der Scheitel der Mutterzelle absorbirt wird, unterdessen aber die jungen Zellen ihre Stiele secerniren, diese an verschiedenen Stellen der übriggebliebenen Mutterzelle anheftend. Die untere be-

festigt den Schaft an dem Scheitel der vorangegangenen Generation. Er ist auch kürzer als die der anderen Tochterzellen. Der Ueberrest der Mutterhülle bleibt noch eine Zeit lang als eine Scheide stehen (Fig. 26, 27 m), die aber bei älteren Kolonien ganz verschwindet, sowie auch die Schleimstiele immer dünner und unmerklicher werden (Fig. 26, 27).

Indem sich nun derselbe Vorgang der Vermehrung an jeder Primordialzelle wiederholt, entstehen die charakteristischen traubenartigen oder zu Bündeln vereinigten Haufen des Colacium stentorinum.

Ausser der so eben angegebenen Vermehrung finden wir hier noch eine Mikrogonidienbildung, wobei der Mutterzelleninhalt in eine Menge kleiner Zoosporen zerfällt, deren weiteres Schicksal noch vollständig unermittelt ist.

Wie die meisten einfachen mikroskopischen Organismen, so besitzt auch Colacium einen Ruhezustand, der sich aus jeder Primordialzelle bilden kann. Die Veränderung, die dabei die letzten erleiden, bestehen darin, dass sie sich einkugeln und in weit abstehende Membranen einhüllen. Der Inhalt erhärtet unmittelbar an der Oberfläche zu einer Membran, wird dichter und behält die grüne Farbe, die wahrscheinlich bei vollständiger Reife in gold-gelb übergeht (Fig. 28).

Der oben beschriebene Entwicklungsgang des C. stentorinum zeigt uns also, dass mit Ausnahme einer gewissen Abweichung in der Art, wie die Kolonien entstehen, wir dieselbe Entwicklungsreihe, wie bei den echten Palmellaceen, vor uns haben. Der Unterschied besteht hier nur darin, dass die Primordialzellen nicht an der ganzen Oberfläche Gallerte ausscheiden, sondern blos an einem bestimmten Orte und dass sie bei der Vermehrung zuerst in eine harte Membran sich hüllen.

Inwiefern Colacium als Muster für die Entwickelung anderer gestielter Flagellaten dienen kann, muss ich ferneren Untersuchungen überlassen.

II.

Bei der Erforschung des Zusammenhanges der Flagellaten mit den Palmellaceen konnte ich nicht solche monadenartige Gebilde unbeachtet lassen, die in grosse Gallerthaufen versenkt zusammenleben, ihre Wohnstätte gemeinschaftlich aufbauend. Die hierher ge-

hörigen Formen vereinige ich in die Gattung Phalansterium; gegenwärtig sind mir zwei Species bekannt: Ph. consociatum Cnk. (Fig. 29) mit schildförmigen Kolonien, entdeckt und sehr fragmentarisch beschrieben von Fresenius (Monas consociata Fres.)[1]) und Ph. intestinum Cnk. (Fig. 37, 38), welche schleimige, darmartige Agregate von brauner Farbe bildet; diese Species wurde von mir in Deutschland und Nordrussland (Yaroslaff) gefunden.

Untersuchen wir zuerst das Ph. consociatum.

Seine Wohnstätte ist aus trichterförmigen in Radien gestellten Schleimscheiden aufgebaut. Die letzten eng an einander angeschlossen bilden in jungen Kolonien runde Schilder, in älteren stellen sie Agregate von unregelmässiger Umgränzung dar (Fig. 29). Beim ersten Auftreten sind die Scheiden allerseits geschlossen (Fig. 34), von glasiger Consistenz, später werden sie an der Peripherie geöffnet, bekommen ein feinkörniges Gefüge und oft eine braune Färbung.

In diesen Schleimtrichtern finden wir 1—2 oder 4 farblose ovale Zoosporen, deren Scheitel in einen geisseltragenden Schnabel ausgeht (Fig. 30—33). Parallel mit der Peripherie in gewisser Entfernung von derselben nehmen die Zoosporen einen Gürtel ein, unter welchem wir oft noch in der Nähe einen zweiten finden, übrigens bemerkt man diese Regelmässigkeit der Anordnung blos bei jungen Schildern. In Folge dieser vertieften Lage der Zoosporen ragen aus der Kolonie nur die oberen Theile der Wimpern hervor und obwohl diese durch ihre Feinheit sehr schwer zu sehen sind, so ist doch ihre Anwesenheit sogleich durch das Zittern fremder Moleküle, die in die Nähe der Kolonie gerathen, angezeigt.

Im Körper der Zoospore bemerken wir 1—2 contractile Räume, welche jedoch keine bestimmte Stelle einnehmen, bald erscheinen sie an der Basis, bald in der Mitte der Zoospore (Fig. 31, 32, v. c). Ausser genannter Räume sind noch zerstreute kleine Schleimkörnchen enthaltende Vacuolen, die täuschend den Nuclei gleichen, zu erwähnen (Fig. 31, a).

Sehr charakteristisch für die Gattung Phalansterium ist die Anheftung der Wimper. Sie ist nicht die unmittelbare Fortsetzung des Schnabels, sondern entsteht tief in demselben, von ihm wie von einer Scheide umgeben (Fig 33, w).

Was die Vermehrung der Zoosporen betrifft, so erfolgt diese

---

1) l. c. p. 227, Tab. X, f. 31.

durch Quertheilung: in der oberen Hälfte bleibt die Cilie, in der unteren wird eine neue nach dem Ausgange der Scheide gerichtete gebildet. Grosse Exemplare mit doppeltem Schnabel und zwei Cilien, denen man so häufig begegnet, stellen wahrscheinlich den Anfang der Längstheilung vor (Fig. 33).

Der Anfang der ganzen Kolonie wird von einer Zoospore gegründet, indem diese eine trichterförmige, geschlossene Schleimhülle aussondert; kurz darauf zerfällt die Zoospore in 2—4 Theile, die Hülle wird dann an dem breiten Ende in eine feinkörnige Masse verwandelt (Fig. 30, 31). Es gelang mir nicht, Schritt für Schritt, wie die Kolonie weiter aufgebaut wird, zu verfolgen.

Nach dem Gallerte- oder Schleimstadium des hier untersuchten Phalansterium folgt der Ruhezustand. In diesen übergehend verliert die Zoospore ihre Cilie und den Schnabel, nimmt eine sphäroidale Form an und vergrössert sich bedeutend im Umfange. Bis dahin bekommt ihr nackter Körper eine harte zuerst glatte Membran, an welcher man später eine längs des Meridians verlaufende Kante, die an beiden Polen der Spore in ein winziges Häkchen endet, wahrnimmt (Fig. 35, 36). In dem dichten farblosen Inhalt ist ein Nucleus mit eingeschlossenen Körnchen deutlich zu sehen. Die Ruhespore misst 0,12 Mil. in der Länge.

Gehen wir jetzt zu der anderen Art, zu dem Ph. intestinum über. Sein Wohnsitz stellt braune gekrösartige Fäden vor, die eine verhältnissmässig enorme Länge von 3 Centimeter bei einer geringen Dicke 0,1—0,2 Mil. erreichen. Sie sind an verschiedene untergetauchte Gegenstände angeheftet, von denen sie sich leicht abreissen lassen (Fig. 37, 38). Auf den ersten Blick kann man besagte Kolonien von den, der Form und Farbe nach ähnlichen Excrementen verschiedener mikroskopischer Thiere kaum zu unterscheiden. Erst eine genaue Betrachtung bei stärkerer Vergrösserung zeigt den wahren Sachverhalt.

Die Därmchen des Ph. intestinum sind immer an den freien Enden abgerundet und bestehen aus einem feinkörnigen Schleim, der gegen die Axe eine dichtere Consistenz annimmt. In diese Masse ist nun in geringen Abständen von einander eine Menge kleiner (0,008 Mil.) Zoosporen eingebettet, die ihre schwingenden Wimpern nach allen Richtungen hervorstrecken (Fig. 39). Die Gegenwart der Cilien wird auch hier an dem Zittern kleiner Farbstofftheilchen erkannt oder bei günstiger Beleuchtung wahrnehmbar

Die nähere Untersuchung der Zoospore wird durch ihren Aufenthaltsort nebst der geringen Grösse bedeutend erschwert. Diese Hindernisse lassen sich kaum durch den Umstand beseitigen, dass unter gewissen Bedingungen die Einwohner die Kolonie verlassen und nach allen Richtungen sich zerstreuen. Zu solchen Bedingungen gehört ein leichter Druck, selbst eines Deckgläschens auf die Kolonie. Die befreite Zoospore ist ein farbloses Kügelchen mit einem kurzen Schnabel und zwei Cilien versehen (Fig. 40). Ihre geringe Grösse liess die Frage nicht entscheiden, ob die Cilien auch hier in der Basis des Schnabels oder an seinem Scheitel den Ursprung nehmen. In dem Körper der Zoospore sind eine pulsirende Vacuole und kleine Schleimkörnchen eingeschlossen (Fig. 40, v, c). Sie nimmt so wie die vorhergehende Art hastig Indigotheilchen auf, jedoch die Art der Aufnahme liess sich nicht näher angeben.

Die ganze Kolonie des Phalanster. intestinum nimmt ihren Ursprung von einem Stammvater. Der jüngste Zustand der gemeinschaftlichen Wohnstätte ist ein protoplasmatisches Kügelchen mit pulsirender Vacuole in eine dünne, feinkörnige Schleimschicht eingebettet (Fig. 41). Der nächste darauf folgende zeigt zwei bis vier Einwohner in einer Schleimhülle; jedes Kügelchen fährt dann fort Schleimhäute auszusondern, die nachträglich mit ihren Nachbarinnen in eine Masse verschmelzen (Fig. 42—43). Solche junge Entwickelungsstadien schwimmen in grosser Zahl an der Wasseroberfläche von Phalansterien bewohnten Localität. Die zitternde Bewegung kleinster Theilchen in der Nähe der jungen Kolonie zeigt, dass ihre Einwohner schon die Cilien hervorgestreckt haben; durch die gesammte Wirkung der letzten kann die entstehende Gemeinde in fortschreitende, leise Bewegung versetzt werden.

Der Zustand der Ruhe Ph. intestini ist zur Zeit unbekannt.

Beide soeben beschriebene Phalansterien fand ich zahlreich in Deutschland und Nordrussland (Yarosllaf) in mit Moos und Oscillarien bewachsenen Pfützen in der Nachbarschaft von Antophysa Mülleri, von Dinobryonen u. dgl. Diese kurze Entwickelungsskizze der Phalansterien deutet ohne Zweifel auf eine nahe Verwandtschaft derselben mit den Palmellaceen hin; von der anderen Seite führt uns die Fähigkeit der Zoospore, feste Nahrung aufzunehmen, schon in die nächste Region des Thierreichs ein.

Bei einer anderen Gelegenheit hoffe ich meine Untersuchungen über die übrigen Abtheilungen der Flagellaten mitzutheilen, hier

will ich nur noch den Bau und die Entwickelung zweier monadenartiger Wesen beschreiben, die sich nicht mehr unter den Palmellaceentypus einreihen lassen, dagegen eine andere neue Entwickelungsnorm anzeigen.

III.

Das erste der erwähnten Organismen gehört zu den gemeinsten, sogenannten Monaden. Er besteht aus farblosen, kugelrunden oder ovalen Zoosporen (0,01 Mil.). Das Erste, was bei diesen auffällt, ist eine lange, ziemlich dicke, gewöhnlich bogenförmig gekrümmte Wimper, die bei den ovalen Formen an dem etwas zugespitzten Ende ihren Ursprung nimmt (Fig. 44, 50). Bei starker Vergrösserung und günstiger Beleuchtung gelingt es an der Anheftungsstelle der Hauptwimper noch zwei kleinere wahrzunehmen, die von Zeit zu Zeit als zarte Bogenlinien erscheinen (Fig. 44, w). Sehr selten treten alle drei Wimpern deutlich hervor, dieses gelingt zumal dann, wenn die Zoospore abstirbt, wobei die Cilien dicker werden und durch langsames Schwingen ihre Anwesenheit deutlich anzeigen.

Ausser der erwähnten Wimper fand ich bisweilen noch eine oder deren zwei in der Gegend des pulsirenden Raumes (Fig. 51). Ob sie zu der normalen Zoospore gehören oder vielleicht Anfänge einer Längstheilung vorstellen, konnte ich nicht entscheiden.

Von dem Anheftungspunkte der Hauptcilie schief nach Innen geht ein kurzes Stäbchen von unbekannter Bedeutung (Fig. 45—47, st). Hier in der Nähe liegt der Nucleus mit Kernkörperchen (Fig. 44, n); an der Wand, wohin das Stäbchen sich richtet, finden wir in der Nachbarschaft des Kernes einen oder zwei contractile Räume (Fig. 44, v. c).

Die uns hier beschäftigende Zoospore bewegt sich, frei ihre Hauptcilie bogenförmig voranschickend, oder steht an einem Orte still sich leise hin und her schaukelnd. In dem letzten Falle zieht sie oft nahe gelegene Gegenstände an sich, ihnen dieselben schaukelnden Bewegungen mittheilend. Dieser Umstand machte die Voraussetzung, dass die Zoospore an einem Stiele befestigt sei, wahrscheinlich; und wirklich bei entsprechender Beleuchtung gelingt es, einen farblosen, sehr feinen Strich von verschiedener Länge, der

sich von der Basis der Zoospore zu den benachbarten Gegenständen hinzieht, ansichtig zu machen (Fig. 44—46, s). Auf diesen Stielen sitzen die Zoosporen zahlreich in geringen Abständen von einander; gewöhnlich finden wir sie in der Infusionshaut in das Gewimmel der Vibrionen versunken oder an Mycelien und Confervenfäden festsitzend. Sie reissen leicht ab, um eine Zeitlang frei zu schwimmen und sich zu vermehren.

Ungeachtet der ausserordentlichen Verbreitung wäre es schwer unsere Zoospore mit irgendwelcher bekannten Flagellatenform zu identificiren. Um nach und nach aus den sogenannten Monaden Organismen von bestimmter Structur und Entwickelung auszuscheiden, will ich die hier besprochene Zoospore mit dem Namen Spumella vulgaris Cnk. bezeichnen. Sie nähert sich am meisten an die neulich von James Clark beschriebene Monade, in der er die M. termo Ehr. zu erkennen glaubt. Sie unterscheidet sich von der letzten durch die 3 Wimpern, das Stäbchen, die Lage des Nucleus im Vordertheile, durch die Abwesenheit einer hervorragenden Lippe und schliesslich durch die Art der Nahrungsaufnahme, die wir sogleich näher schildern wollen.

Die Spumella nimmt feste Nahrung auf, die in Algenzoosporen, Pilzconidien, Stärkekörnern u. dgl. besteht. Ihr zeitweise ruhiges Verhalten erlaubt den Vorgang der Aufnahme ruhig und deutlich wahrzunehmen. Die Stelle, an welcher die Spumella ihre Beute verschluckt, liegt beständig an der Basis der Hauptwimper, aber nicht an dem entgegengesetzten Körperende, wie es an den von mir früher untersuchten Monaden (Protomonas amyli Häckel) stattfindet (Fig. 45, v).

In der Absicht der fremden Gegenstände sich zu bemächtigen fängt unsere Zoospore an stark mit der Wimper zu arbeiten; durch die schlängelnden Bewegungen der letzteren wird die Nahrung dem Anheftungspunkte der Wimper zugeführt. In derselben Zeit entsteht plötzlich in der Nähe der Geissel, an der dem contractilen Raume gegenüberliegenden Seite, eine sehr zarte grosse Vacuole, die dem fremden durch Wassermittel angezogenen Körper entgegen kommt. Der Scheitel der Vacuole wird so fein, dass ihre Umrisse an dieser Stelle gänzlich verschwinden (Fig. 45, v). Die Nahrung versenkt sich in die Vacuole ohne ihrerseits den geringsten Widerstand zu erleiden; es sieht so aus, als ob der fremde Gegenstand in eine offene Höhlung fällt. Darauf wird der Scheitel der Vacuole

wieder sichtbar und geschlossen; sie zieht sich in die Zoospore zurück die verschluckte Nahrung umhüllend und diese nach abwärts stossend (Fig. 46). Aber unterdessen brachte der Wasserwirbel eine neue Beute: ein ganzer Faden eines Myceliums steuert auf die Geisselbasis zu. Sogleich erhebt sich die Vacuole in der Form einer langen, schmalen Ausstülpung, in welche der Faden ohne Hinderniss hereingeht (Fig. 47); je nachdem er nun tiefer herabsinkt und selbst den Körper der Zoospore erreicht, wird die Vacuole auch abwärts bedeutend erweitert, mittlerweile hat sich aber ihr Scheitel schon geschlossen, so dass der ganze Faden von allen Seiten eng umhüllt erscheint (Fig. 48). Da der Verdauungsprocess hier sehr schnell vollzogen wird, so erhält die Spumella schon nach Verlauf einiger Sekunden ihre frühere Kugelgestalt zurück; die während der Nahrungsaufnahme stillstehende Geissel fährt jetzt wieder ihre Arbeit an (Fig. 49).

Gut ernährte Exemplare erreichen eine enorme Grösse und haben monströse Gestalt. An ihrer Oberfläche erscheinen kurze, dicke, aber nicht contractile Strahlen; amoebenartige Bewegungen kommen hier nicht vor.

Die Vermehrung der Spumella geschieht durch gewöhnliche Theilung in 2 und mehrere Partien vermittelst Einschnürungen, dabei ist beachtenswerth, dass an beliebiger Stelle der Zoospore eine Ausstülpung oder ein Zweig entstehen kann, der sich dann durch Abschnürung in ein neues Individuum verwandelt (Fig. 52 bis 54).

Das interessanteste im Leben der Spumella ist die Cystenbildung. Wie bekannt, verwandeln sich die Monaden oder die zu ihnen gehörenden Amoeben, in den Ruhezustand übergehend in Kugeln, die an ihrer Oberfläche eine zarte Hülle aussondern. Hier dagegen entsteht in der sich noch bewegenden Zoospore, nahe an ihrer Basis der Ruhezustand in Form eines Kügelchens mit einem sehr kurzen Halse versehen (Fig. 55, c). Je nachdem nun diese Cyste schärfere Umrisse erhält, wird die Zoospore unbeweglich, darauf verschwindet ihr protoplasmatischer Körper sammt der Cilie und der pulsirenden Vacuole, die fertige Cyste freilassend (Fig. 56). Die Grösse der letzten ist 0,012 Mil., die der Zoospore, in welcher sie entstand, 0,014—0,016. Der Inhalt der Cyste ist von glasiger oder feinkörniger Consistenz.

Das zweite monadenartige Wesen, bei welchem ich dieselbe

Cystenbildung entdeckt habe, will ich Chromulina nebulosa Cnk. nennen.

Ihre Zoosporen leben in grossen Gesellschaften zarte, braune Häute bildend; in Form nebelartiger Massen hüllen sie untergetauchte Gegenstände ein in Torfmoos-Pfützen des nördlichen Russland (Yarosllaff). Sie sind von keiner sichtbaren Substanz zusammengehalten und gehen bei leisestem Drucke leicht auseinander. Die Zoosporen der Chromulina haben eine eiförmige Gestalt mit einer an dem schmalen Ende befestigten Cilie (Fig. 57, 58). In ihrem protoplasmatischem Körper finden wir eine gelbliche Platte, die von dem Anheftungspunkte der Cilie längs der Wand bis zur Körpermitte verläuft, dann quer zu der entgegengesetzten Wand hinüber geht und weiter abwärts sich richtet (Fig. 57). In der oberen Hälfte der Zoospore. an beiden Seiten der Pigmentplatte erscheint eine oder ein Paar contractiler Vacuolen (Fig. 58 v, c). Die Chromulina saugt flüssige Nahrung auf, ich fand in ihr nie feste verschluckte Gegenstände. Ungeachtet dieser so verschiedenen Ernährungsart bildet sie ihre Cyste auf dieselbe Weise wie die Spumella. Der Anfang der Entwickelung des Ruhezustandes wird dadurch eingeleitet, dass die Pigmentplatte abwärts verschoben wird, worauf an der Basis der Zoospore ein die Platte einschliessendes Kügelchen in die Erscheinung tritt, an ihrem Scheitel den Rest der Zoospore tragend (Fig. 59 ff.). Der letzte stellt jetzt ein strahlförmiges Anhängsel dar, der sich an der Stelle des künftigen Cystenhalses einschnürt und noch eine zeitlang die Pulsationen der Vacuolen wahrnehmen lässt. Schliesslich verschwindet dieser protoplasmatische Ueberrest der Zoospore gänzlich und die Cyste bekommt scharfe Umrisse und den Hals (Fig. 60). Bei der definitiven Ausbildung erhält der Ruhezustand mit einer gewissen Regelmässigkeit hervortretende Reifen. Gewöhnlich sind es in der Gegend des Halses sich schneidende Kreise, ausserdem giebt es querlaufende, manchmal auch schiefe Kanten. Im optischen Durchschnitt erscheinen diese Reifen als kurze, hervorragende Stacheln (Fig. 61). Der Inhalt der Cyste ist von glasigem Aussehen, von gelbem, gewöhnlich in zwei Kugelsegmente getheilten Pigmente gefärbt. An dem Halse finden wir ein, den Cysteneingang verschliessendes, dichtes Protaplasmaklümpchen.

Die Grösse der Cyste beträgt 0,01 Mil., die der Zoospore 0,012—0,014.

So viel ich weiss, war die oben angegebene Entwickelungsart der Cyste bis jetzt von Niemanden beobachtet, obwohl die von mir früher bei den Monaden (Protomonas amyli Häck, Vampyrella Cnk.), Actinophrys sol und besonders Actinosphaerium Eichhornii aufgefundenen Ruhezustände eine gewisse Analogie darbieten [1]).

Wenn wir schliesslich die Entwickelungsgeschichte der Flagellaten, so viel diese aus dem Mitgetheilten und meinen früheren Arbeiten im Zusammenhange mit Häckel's schönen und wichtigen Untersuchungen der Moneren bekannt, überblicken, so erhalten wir folgende Gruppen:

1) Monaden, mit Einschluss der Formen ohne Nucleus (Moneres Häckel).

2) Palmellenartige Flagellaten.

3) Flagellaten mit innerer Cystenbildung.

Ein ununterbrochener Faden führt uns von der ersten Gruppe zu den Rhizophoden und Myxomyceten; die zweite bildet mit den Palmellaceen ein organisches Ganze; die Verwandtschaften der dritten schliesslich sind zur Zeit noch mangelhaft bezeichnet.

Wie viel Typen der Entwickelung ausserdem die Abtheilung der Flagellaten aufweist, werden künftige Forschungen zu entscheiden haben.

Odessa, 1. Januar 1870.

---

1) Flagellaten, die eine solche Cystenbildung aufweisen, will ich mit dem Namen Entocystae bezeichnen.

2) Dieses Archiv 1865.

3) Jenaische Zeitschr. f. Med. Bd. IV, Heft I.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIII u. XXIV.

In allen Figuren bezeichnet v, c die contractilen Vacuolen; n den Nucleus; s den Stiel. Die Vergrösserung ist in Klammern angegeben.

1—7. Gloeocystis vesiculosa.

Fig. 1. Eine Gloeocystis colonie mit 4 Primordialzellen (320).
Fig. 2. Die Zoospore (320).
Fig. 3. Der Ruhezustand (Chroococcus aureus) (320).
Fig. 4. Chroococcus aureus Rabenh. (600).
Fig. 5 - 7. Die Entwickelung der Gloeocystis aus dem Chroococcus aureus (600).

8—12. Tetraspora gelatinosa.

Fig. 8. T. gelatinosa mit hervorgestreckten unbeweglichen Cilien (620).
Fig. 9. Dieselbe ohne Cilien (600).
Fig. 10. 11. Der chroococcusartige Ruhezustand (600).
Fig. 12. Aus dem Chroococcus gebildete junge Tetraspora (600).
Fig. 13. Eine Primordialzelle des Hydrurus (600).

14—18. Cryptomonas ovata Ehr.

Fig. 14. Zoospore der Cr. ovata (600).
Fig. 15—17. In Gallertehüllen eingebettete Colonien derselben (320).
Fig. 18. Der chroococcusartige Ruhezustand (320).

19—22. Vacuolaria virescens Cnk.

Fig. 19. 20. Zoospore der V. virescens (230).
Fig. 21. In Gallerte eingehüllte Kolonie (230).
Fig. 22. Die Cyste (230).

23—28; 62—66. Colacium stentorinum Ehr.

Fig. 23. Colacium stentorinum (320).
Fig. 24. Einzelne Primordialzelle an dem Stiel festsitzend (320).
Fig. 25. Die Zoospore mit Jod behandelt.
Fig. 62—66. Die aus derselben sich bildende neue Kolonie (320).
Fig. 26, 27. Junge Kolonien (320).
Fig. 28. Der Ruhezustand (320).

29—33. Phalansterium consociatum Cnk.

Fig. 29. Eine junge Kolonie (280).
Fig. 30. Zwei Zoosporen in einer Schleimscheide; a nucleusähnliche feste Partikelchen (800).
Fig. 31. 32. In Theilung begriffene Zoosporen (800).
Fig. 33. Ein Exemplar mit doppeltem Halse (1061).
Fig. 34. Der jüngste Zustand der Kolonie; die Schleimscheide noch geschlossen (800).
Fig. 35. 36. Die Cyste (800).

Phalansterium intestinum Cnk.

Fig. 37. 38. Darmförmige Kolonien schwach vergrössert (2).

Fig. 39. Der Scheitel derselben. Die Zoosporen mit verschluckten Indigotheilchen. Die Wimpern vorgestreckt (600).

Fig. 40. Aus der Schleimmasse befreite Zoospore; h der Hals (600).

Fig. 41—43. Entwickelung einer neuen Kolonie (600).

44—56. Spumella vulgaris Cnk.

Fig. 44. Die an einem Stiele festsitzende Zoospore; w', die Nebenwimpern (1060).

Fig. 45—49. Die vermittelst der Vacuole v die Nahrung aufnehmende Zoospore; st das Stäbchen; w die Haupt-; w' die Nebenwimper (1060).

Fig. 50. Längliche Form der Spumella (1060).

Fig. 51. Zoospore mit einem doppelten Wimperapparat (1060).

Fig. 52—54. Theilungen der Zoospore (600).

Fig. 55. Die im Körper der Zoospore entstehende Cyste (800).

Fig. 56. Die fertige Cyste (800).

57—61. Chromulina nebulosa Cnk.

Fig. 57. 58. Die Zoospore (800).

Fig. 59. Entstehung der Cyste; b der allmählig verschwindende Theil der Zoospore (800).

Fig. 60. 61. Die ausgebildete Cyste (800).

Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken.

Von

Dr. W. Flemming,

Assistent am physiologischen Laboratorium in Amsterdam.

Hierzu Taf. XXV u. XXVI.

---

1. Ueber Bau und Nervenapparat der Landschneckenfühler.

Die sogenannten Fühler der Landpulmonaten, in ihrer Struktur so eigenthümlich und so auffallend verschieden von den gleichnamigen und morphotisch entsprechenden Tastern der nahestehenden, wasserbewohnenden Verwandten, werden fast allgemein, gleich diesen, als Organ des Gefühlssinnes angesehen. Ich will die Bezeichnung »Fühler« hier beibehalten, Bequemlichkeits halber und so lange sich der Nachweis nicht sicher führen lässt, dass sie vorwiegend einer anderen Function dienen; denke aber im Folgenden darzuthun dass mindestens mehr Gründe gegen, als für ihre Beamtung mit dem Tasten in's Gewicht fallen.

In einer kürzlich in diesem Archiv[1]) erschienenen Arbeit gab ich nebenbei eine flüchtige Skizze der Nervenendigungsweise an den Schneckenfühlern, die sich freilich fast nur auf Macerationsversuche

---

1) Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. D. Arch. B. V, 4 pag. 415.

stützte. Auf Grund näherer Untersuchungen kann ich jetzt das dort Angegebene bestätigen und weiter ausführen; und will dabei zugleich einen Blick auf die allgemeine Anatomie der Fühler werfen, da die bisherigen Angaben darüber wohl eine Vervollständigung, theilweise auch Berichtigung zulassen.

Die oberen und unteren Fühler der Landpulmonaten sind bekanntlich Ausbuchtungen der Körperwand von langgestreckter Kegelform; vorn verdickt sich der Kegel zu dem Endknopfe, in welchem das von Moquin-Tandon zuerst beschriebene Endganglion der Fühlernerven seinen Platz hat. Nach der genauesten mir bekannten anatomischen Beschreibung der Fühler (Bronn und Keferstein, Klassen und Ordnungen der Weichthiere, III. 2. p. 1200 ff.) — ich citire dieselbe in der Anmerkung wörtlich —[1]) liegt dies Ganglion in einer doppelten Scheide der Hautbedeckung; indem nämlich die Haut vom Fühlerende noch einmal in sich selbst zurück, bis auf etwa ein Drittel der Fühlerlänge eingestülpt, in dieser Lage aber fixirt sein soll. Durch den Grund des so eingestülpten Sackes trete der Nerv nach vorn und an diesen Grund setze sich auch der Rückziehmuskel — die Lage würde also durch das Schema versinnlicht, das ich in Fig. 4 beifüge.

Wenn auch diese Auffassung der Wirklichkeit nicht völlig entspricht, liegt ihr doch jedenfalls eine richtige Beobachtung zu Grunde: die nämlich, dass das Ganglion sich in der That noch von

---

1) »Man macht sich einen richtigen Begriff von ihnen (den Fühlern), wenn man sich die Haut an der Spitze, obwohl sie dort ihr Lumen verschlossen haben, in sich selbst, etwa bis zu $^1/_3$ oder $^1/_4$ ihrer Länge, wieder eingestülpt vorstellt. An diesem eingestülpten Ende tritt der Nerv ein . . . . und läuft der Spitze des Tentakels, welche nach unserer Auffassung also nicht sein Ende ist, zu, um dort zu einem Ganglion anzuschwellen. Da der Tentakel an seiner Spitze aber geschlossen ist, so kann der eingestülpte Endtheil nie hervorgestülpt werden, sondern dient nur, dem Nerven und Ganglion einen vor Druck und Zerrung gesicherten Platz zu schaffen. Der eingestülpte Endtheil ist meistens durch verzweigte Pigmenthaufen dunkel gefärbt und ist wegen seiner Längs- und Ringmuskeln wie der Tentakel selbst einer bedeutenden Contraction und wegen der Elasticität seiner Theile einer bedeutenden Ausdehnung fähig.«

Und p. 1202: »An das so beschriebene Ende des Tentakels, das also in seinem Innern ein Drittel oder Viertel seiner Länge von der Spitze entfernt liegt und dort den Nerven eintreten lässt, setzt sich nun der Musculus Retractor etc.«

einer besonderen inneren Hülse umgeben zeigt. Diese Hülse ist aber nichts weiter, als die vordere, wenn man will eine besondere Portion des retrahirenden Muskels, in welchen sie noch basalwärts übergeht; sie besteht lediglich aus Muskelfasern mit Pigmentzellen durchsetzt, welche sich vorn an die Haut des Fühlerknopfes inseriren. Dieser Insertion entspricht, auch am völlig expandirten Knopf, eine seichte Furche, welche dessen Vorderfläche in eine äussere grössere und kleine innere Fläche abtheilt; in dieser Furche liegt am oberen Fühler das Auge. Hier greift denn auch in der That der Rückziehmechanismus an; man braucht nur einen Längsschnitt durch einen eingestülpten Fühler zu legen, um zu sehen (Fig. 3), dass das vordere Epithel des Endknopfes in Form einer Tasche zurückgezogen wird, deren Falz jener Furche, resp. der Gegend des Auges entspricht. Der Hülsenmuskel besteht nur aus Längsfasern. Er scheint insofern eine gewisse Selbstständigkeit der Action zu haben, als die Retraction des Fühlers, wenn langsam ausgeführt, in zwei Absätzen zu geschehen pflegt: der erste Act birgt das Ganglion in die Lage, welche es in der Fig. 3 einnimmt, der zweite rollt den Fühler erst weiter ein; und man könnte also die besprochene vordere Muskelportion als einen Musc. repressor ganglii auffassen, da ihr jener erste Act zufällt.

Zunächst einige Worte über die Methoden, durch welche dies und das Folgende ermittelt wurde. Für ein volles Verständniss der Topographie sind Schnittpräparate von völlig ausgestülpten Fühlern nothwendig; aber bei jedem Insult zieht die Schnecke das Glied mit solcher Eile zurück, dass auch das plötzlichste Abschneiden nur einen halb eingestülpten Fühler liefert. Man kann, um dies zu verhüten, denselben dicht unter dem Knopf mit einer feinen Pincette einkneifen und ausreissen; weit besser aber schneidet man ihn rasch an der Basis ab, unbekümmert ob er sich einrollt, und wirft ihn in sehr verdünnte Chromsäure oder 4procentiges Kali bichromicum; nach kurzer Zeit hat er sich dann seltsamer Weise wieder ausgestülpt und verharrt gerade so prall und gestreckt wie ein lebender Fühler. So behandelte Objecte wurden in Osmiumsäure (am besten 1%), Alkohol oder Kali bichromicum gehärtet und nach Einbettung in weichem Hollundermark geschnitten; die Fühler von Helix pomatia und Arion sind wegen ihrer Grösse am geeignetsten. Frisch und unzerschnitten untersucht sind dieselben

auch bei den kleinsten Schnecken zu undurchsichtig, um von dem Detail der Nervenendigung Etwas zu zeigen.

Ein Längsschnitt, welcher etwa senkrecht gegen die oben erwähnte Furche der Vorderfläche durch den Knopf geführt ist (Fig. 1) gewährt in die wesentlichen Verhältnisse eine hinreichende Einsicht. Man sieht, dass die Fühlerhaut[1]) continuirlich und uneingestülpt das ganze Glied überzieht; sie besteht aus einem äusserst muskulösen Bindegewebe, dessen Muskeln nach innen in Längsbündeln, oder schräg von basalwärts und innen (von der Fühleraxe gerechnet) nach vorn und Aussen verlaufen; nach Aussen sind sie vorwiegend ringförmig angeordnet. Doch liegen dicht unter dem Epithel noch einige Längszüge, und diese setzen sich auch durch den ganzen vorderen Endknopf fort, während sonst die tieferen Hautschichten sich nach vorn immer mehr verdünnen und am Knopfe ganz aufhören. An diese subepithelialen Muskelzüge und in sie übergehend setzt sich die vordere Portion des Rückziehmuskels (Fig. 1). Man könnte also, wenn man von einer Einstülpung reden will, höchstens sagen, dass der ganze Retractor eine Einstülpung dieser Hautmuskeln bildet.

Das Auge der Cephalophoren ist durch Hensens Untersuchungen so genau bekannt, dass ich seine Anatomie hier übergehe. Der Nervus opticus entspringt aus dem Fühlernerven noch unterhalb von dessen Eintritt in den Hülsenmuskel, und läuft in dessen Innerem mit jenem nach vorn.

Der Nerv und das Ganglion. Der sehr starke Fühlernerv — er misst bei Helix pomatio durchschnittlich 0,18 Mm., während die Dicke des ganzen oberen Fühlerstiels etwa 1,2 Mm. beträgt — verläuft nahezu in der Mitte des letzteren, und verdickt sich von dort an, wo der Hülsenmuskel ihn einschneidet, um das 2—3fache zu dem unregelmässig kolbenförmigen Ganglion des

1) Wenn man bei den Schnecken und überhaupt bei den Mollusken von einer Haut reden will, so kann man entweder nur das Epithel, oder man muss die ganze Leibeswandung mit der gesammten peripherischen Körpermuskulatur als solche bezeichnen; denn innerhalb dieser Schicht giebt es keine Abgrenzung einer besonderen Cutis. Ich folge hier der letzteren Auffassung, weil sie die allgemein gangbare ist; will aber daran erinnern, dass man dabei zu der Consequenz gezwungen wird, nicht nur den Mantel, sondern auch den ganzen Fuss als einen Theil der Haut zu betrachten.

Knopfes. Er besteht aus feinen, blassen Fasern, die nur an sehr dünnen Schnitten und an Zupfpräparaten leicht erkannt werden; denn sie liegen überall eingebettet in dicht-feinkörnige, blassgraue Masse, welche einzelne kleine, rundliche Kerne einschliesst, eine bestimmte Anordnung in Zellen aber nicht erkennen lässt. Der ganze hintere und centrale Theil des Ganglion zeigt durchaus dieselbe Struktur, und man kann ihn desshalb eigentlich nur als Verdickung des Nerven, hervorgegangen aus zahlreichen Theilungen seiner Fasern, in Anspruch nehmen. In der Peripherie dieser Anschwellung aber, und namentlich in der vorderen, wird die Struktur eine andere: hier erst beginnt der eigentlich gangliöse Theil. Es treten hier in der faserig-körnigen Masse eine Unzahl Zellen auf, die innen gelegenen grösser, rundkernig, mit zahlreichen verästelten Ausläufern; nach Aussen nimmt die Zahl der Letzteren ab, die Zellen werden kleiner und in der Peripherie finden sich deren fast nur spindelförmige mit wenig Protoplasma und zwei, selten mehr langen Ausläufern, ziemlich ähnlich den Zellen der äussern Körnerschichte in der Retina. — Jene körnig-faserige, centrale Substanz mag hier als Nervenmasse, die peripherische zellenreiche Schicht als Ganglienstratum bezeichnet werden.

Mit der a. a. O. gegebenen Darstellung Kefersteins[1]) — ich citirte sie schon in meinem früheren Aufsatze p. 434 — stimmt das Gesagte, was die Ganglienzellen anlangt, ziemlich überein. Weiter wird dort angegeben, dass von dem Ganglion einige — meist drei — Nerven ausgehen, welche sich vielfach zertheilt bis ans Epithel der Tentakelspitze verfolgen liessen, manchmal eine spindelförmige Zelle in ihren Verlauf aufzunehmen, und dann in einen feinen Faden auszulaufen schienen. Auch diese Angaben werden sich ohne Zwang mit dem Folgenden vereinigen lassen; nur geben sie an sich kein volles Bild von dem colossalen Ganglienapparat, welcher hier gelagert ist.

Denn das ganze Gewebe vom vorderen Ende des Nervenkol-

---

1) Ich finde keine Literatur, auf die sonst zu recurriren wäre; die Angaben Moquin-Tandon's (Annales des sciences nat., Zool. 1851, p. 154) constatiren nur das Vorhandensein einer Endanschwellung des Nerven — »un renflement nerveux ou papille semblable à une pelote« — und sagen weiter, der Fühlerknopf sei »revêtu d'une peau mince, molle et très sensible«. M. T. weist übrigens an diesem Ort schon die verbreitete Auffassung zurück, dass dies Ganglion ein dem Auge adnexes sei, und hebt die Kleinheit des Nerv. opticus gegenüber dem Fühlernerven hervor.

bens bis zu den Füssen des Epithels ist eigentlich nichts weiter als Ganglienstratum, in welches sich die Nervenmasse in zahlreichen Ausbuchtungen hineindrängt. Sie strahlt in vielen starken Aesten — in den Schnitt Fig. 1 ist nur einer gefallen — den Hülsenmuskel durchsetzend nach der äusseren, grösseren Fühlerhälfte, in geringeren Massen nach der Innenseite der Augenfurche; und endigt in einer Menge kleiner, gestreckter oder rundlicher Lager (Fig. 1 u. 2), welche sich an Osmiumpräparaten wie der Nerv selbst, durch ihre matt-braungraue Farbe sehr scharf von dem dunkleren Ganglienstratum absetzen, das sie umgiebt. Denn jedes dieser Lager verhält sich im Kleinen wieder ganz so, wie der vordere peripherische Theil der Hauptmasse; in seinem Umfang finden sich eben dieselben Formen von Ganglienzellen wie dort. Gegen das Epithel zu aber ordnen sich die peripherisch gelegenen Spindelzellen jedes Lagers und ihre Ausläufer zu einer Menge von Zügen, welche durch die wenigen subepithelialen Muskelzüge hindurch, direct zwischen die Deckzellen des Fühlerknopfes hineinstrahlen (Fig. 1, 2, 5), und von deren Verhältniss zu Letzteren bei der Beschreibung des Epithels gleich die Rede sein wird.

Die ganze Schicht unterhalb des Knopfepithels von ca. 0,18 Mm. Mächtigkeit besteht aus fast nichts Anderem als diesen Nervenzellenzügen. Nur eine spärliche spongiöse Bindesubstanz, angeordnet in einem Netzwerk meist pigmentirter Sternzellen, durchsetzt jene Züge und bildet für sie eine Art Stützgewebe; am klarsten sieht man dies an ganzen, frischen oder in Osmium gelegten Fühlern kleiner Schnecken, z. B. junger Exemplare von Helix nemoralis, wo man das weitmaschige pigmentirte Netz durch die ganze Dicke des Knopfes verfolgen kann. Bei Helix pomatia fehlt oft das Pigment, aber die Sternzellen färben sich in Osmium sehr dunkel und treten so an Schnitten zwischen den heller bräunlichen Nervenzellen deutlich hervor (Fig. 5). Noch findet sich hier im Fühlerknopf ausser einzelnen zwischen das Ganglienstratum hineinstrahlenden Muskelzügen eine Art von eigenthümlichen Gewebselementen: es sind einzelne Züge grosser, opaker, sehr feinkörniger, dicht aneinanderlagernder Zellen (Fig. 1 z) von länglichrunder oder Flaschenform, deren zugespitzte Enden sich zu langen, aneinandergelegten Ausläufern ausziehen. Sie liegen der Peripherie des Ganglion und der von diesem sich forterstreckenden Lager dicht an und es scheint, als ob ihre Ausläufer unmerklich in die Ganglienstrata übergehen.

Was diese Zellenstränge sind, weiss ich nicht; sie scheinen mir am Ersten nervöse Elemente, dann also eine weitere Form von Ganglienzellen zu sein. Man könnte sie ihrem Habitus nach sonst als eine eigenthümliche Art von Drüsenzellen ansehen; nur bleibt dann die Frage wo und wie sie ausmünden, denn ihre Ausläufer spitzen sich, wie gesagt, fein zu und verschwinden ohne eine Spur von Lumen in der Ganglienmasse.

Sonst bleibt im Fühlerknopf, ausser Blutgefässen, nur noch ein spärliches Bindegewebe zu erwähnen, das die Nervenanschwellung mit ihrer Muskelhülse doch nur ganz locker verbindet. Einmal sind es zarte, vielfach durchbrochene, mit Endothel bekleidete Membranen — das Maschenwerk, das sie bilden, communicirt mit dem Fühlerhohlraum — die sich vom Muskel zum Nerven herüberspannen; ferner liegen um den Letzteren noch Lagen einer spongiösen Bindesubstanz (in Fig. 1 bei 2′), — eine typische Wiederholung des Gewebes von dem unten (Anhang, vgl. Fig. 18) die Rede sein wird; mit grossen, runden, kleinkernigen Zellen in den Maschen, welche äusserst hell, fast wie Fettzellen aussehen, aber in Osmium sich nicht im Mindesten färben.

Wenn ausserdem nach Keferstein »die angeschwollene, knopfförmige Spitze des Tentakels zahlreiche Schleimdrüsen von dem bekannten Bau« enthalten soll (l. c.), so bin ich in Zweifel, worauf diese Angabe zu beziehen ist. Jedenfalls kann ich feststellen, dass die Gray-Lemper'schen Schleimdrüsen der übrigen Haut — und diese muss man nach dem Vorausgehenden in der citirten Stelle mit »Schleimdrüsen von dem bekannten Bau« gemeint glauben — am ganzen Fühler, die Farbstoffdrüsen wenigstens am Knopfe desselben fehlen. Die Becherzellen des vordern Epithels (s. unten), überhaupt sehr klein und unscheinbar, zeigen gar keine Aehnlichkeit mit jenen grossen Drüsenzellen. Die beiden oben besprochenen Arten grösserer Zellen, die sonst noch im Knopf vorkommen (Fig. 1 z und z′), erscheinen von den Hautdrüsenzellen durchaus verschieden und stehen in keinem Zusammenhang mit der Hautoberfläche. Unter dem Epithel aber im Ganglienstratum liegt sonst Nichts, was auf den Namen einer Drüse Anspruch hätte. Wenn ein Schnitt einige der Ganglienzellenzüge unter ihrem Herantritt ans Epithel schräg abtrennt, wie in Fig. 1 bei d, so kann für schwächere Vergrösserungen das Bild einer Drüse mit Ausführungs-

gang entstehen; ein stärkeres System wird alsbald den Sachverhalt aufklären.

Das vordere Epithel. Die Haut zeigt sich an den Seiten der Fühler, wie am ganzen Körper, mit unzähligen rundlichen oder eckigen warzigen Erhabenheiten (Fig. 1 e) besetzt, welche nicht etwa durch Contraction der Hautmuskeln entstandene, oder artefacte Faltungen darstellen; denn auch bei völlig praller Haut, auch am lebenden Thier findet man sie vor, und die Formen der Epithelien sind bleibend durch sie modificirt (Fig. 1, 11). Das Epithel dieser Stellen ist ein ganz ähnliches wie das der Kopf- und Rückenhaut; wir werden es unten (pag. 452) näher betrachten.

Gegen den Fühlerknopf zu aber werden jene Warzen flacher und endlich die Hautfläche ganz glatt; und zugleich sieht man auf den ersten Blick, dass hier ein eigenthümliches Epithel beginnt. Auch makroskopisch sticht die Knopfoberfläche vermöge ihres durchscheinend graugelben Aussehens und ihres eigenen matten Glanzes von den übrigen Hautstellen ab. Mikroskopisch (Fig. 1 u. 5) fällt zunächst die äusserst starke Cuticula auf; sodann die dichte, gedrängte Aneinanderlagerung der Zellen, welche deren Grenzcontoure fast ununterscheidbar macht, ein Verhalten, das ja bei Nervenepithelien auch anderer Orte ein ebenso kennzeichnendes, wie für den Untersucher unwillkommenes Vorkommniss darstellt.

Man darf deshalb nicht hoffen, an einem Schnitt sofort über die Bestandtheile ins Klare zu kommen. Schnitte selbst, welche die Dicke einer Cylinderzelle um wenig übertreffen, sind zwar nach den obigen Härtungsmethoden nicht schwer zu gewinnen, aber auch an solchen noch sehen die Zellcontoure, wenn der Ausdruck erlaubt sein soll, wie mit einander verbacken aus; macht man den Schnitt noch dünner, so splittern sie leicht auseinander und zwar nicht in ihren natürlichen Grenzen, sondern indem ihre Leiber selbst zerbrechen. Nur die Maceration und daneben das sorgsame Isoliren aus Schnitten unter dem einfachen Mikroskop, am Besten nach Engelmann's Methode mit Glasspitzen, liefert sicheren Aufschluss. Zu der letzteren Procedur verwendet man mit Vortheil Präparate, die in Osmium von $^1/_2$ % gehärtet und dann lange, einige Monate durch, in 1 procentigem Kali bichromicum bewahrt sind; auch carminisirte Chromkalipräparate sind oft brauchbar, und für beide ist es vortheilhaft, die Schnitte vor der Isolation 12—24 Stunden in verdünntem Glycerin liegen zu lassen. Sehr schön erhalten sind natürlich

die so gesonderten Zellen immerhin nicht, aber man gelangt doch zur Sicherheit über ihre Formen. Es sind Cylinderzellen, Becherzellen und die Endzellen, besser Endkölbchen der Fühlernerven.

Die Ersteren haben eine regelmässige cylinderische Form, im Gegensatz zu den Deckzellen der übrigen Haut, welche vielfach gekrümmte, verzogene und zugespitzte Gestalten zeigen. Ihre elliptischen Kerne lassen sich auch an Schnitten, besonders durch die Schweigger-Seidel'sche Carmin-Salzsäuretinction, leicht zur Anschauung bringen. Sie sind heller und diffuser, als die übrigen Hautepithelien, gelb pigmentirt, und haben einen auffallend starken Cuticularsaum, der besonders an Osmiumpräparaten eine colossal ausgesprochene Streifung in der Richtung der Zellenlängsaxe zeigt, gleich dem Basalsaum des Darmcylinders; an frischen Säumen — auch anderer Orte der Schneckenepidermis — sieht man dieselbe auch oft, doch schwächer hervortretend, und zugleich manchmal eine Andeutung von entgegengesetzter Streifung (Fig. 16 in meiner o. c. Arbeit). Viele Zellen zeigen an der Seite einen rundlichen Ausschnitt, entsprechend der Anlagerung einer Becherzelle. Frisch durch Maceration isolirte Cylinder sind oft etwas gequollen und bieten dann die Formen, welche ich in Fig. 17 und 19 jener Arbeit darstellte. — Es geht dies Cylinderepithel vor dem Auge, unter Verkürzung seiner Elemente, allmählich in die pigmentlosen viereckigen Zellen über, welche die Cornea decken.

Die Becherzellen bekommt man an Isolationsobjecten selten mit Deutlichkeit zu Gesicht. Sie sind sehr viel kleiner, als die Schleim- und Farbbecher der übrigen Haut, kaum so gross als die Cylinderzellen; ihre grösste Dicke beträgt nur 0,01 Mm., der grösste Durchmesser ihrer Kerne bis 0,006 Mm. An Schnitten sieht man im Epithel hie und da (Fig. 5) einen runden Kern, um welchen sich dann zwei einen helleren Raum einschliessende Contoure zeigen; und diese kann man meist bis zur Cuticula verfolgen, wo sie zusammenstossen oder eine kleine Lücke zwischen ihren Enden lassen. Andere Becher sind leer, der Kern entweder ausgetreten oder tiefer liegend; sie stellen sich nur als spindelförmige, schmale, etwas hellere Figuren dar. Dritte endlich sind noch mit einem körnigen, mattglänzenden Inhalt gefüllt und dadurch am Leichtesten zu erkennen. Volle Sicherheit aber, dass alle diese Dinge Becherzellen entsprechen, gewährt die Betrachtung des frischen Epithels, an welchem die Meisten noch ihren Inhalt führen und

sowohl im Profil, als von oben gesehen durch ihren graulich-körnigen Glanz deutlich vortreten, in einer Zahl und Grösse, welche dem von Schnitten eben Beschriebenen völlig entspricht. Ihre Zahl wechselt etwas; es mag im Durchschnitt auf 4—6 Cylinder ein Becher kommen.

Die Endkölbchen der Nerven (Fig. 6) vermag ich in leidlich erhaltenem Zustand noch durch keine andere Methode, als die Maceration in Jodserum-Chromkali darzustellen und habe daher dem (a. a. O. pag. 433) über sie Mitgetheilten wenig hinzuzufügen. Doch scheint es mir entschieden, als ob aus ihrem oberen Ende in der Mitte ein axial gelegener Theil etwas hervorragt, sei es ein einfaches Stiftchen oder mehrere Härchen; wenn man die Kleinheit dieser Gebilde — die Fig. 6 entspricht einer Vergrösserung durch Hartn. Imm. X. Oc. 1 — und den Umstand in Betracht zieht, dass bei der energischen hier nöthigen Maceration so feine Theile leicht in unkenntlichen Zustand gerathen müssen, so kann es nicht Wunder nehmen, dass hierüber meine Angaben nicht weiter gehen. Gerade an den besterhaltenen Kölbchen aber sieht man immer etwas der Art hervorstehen, und dem entspricht an Schnitten (Fig. 5) stets ein leicht glänzender Streif durch den Cuticularsaum.

Die Kölbchen selbst schmiegen sich freilich den indifferenten Epithelien so eng an, dass es nicht gelingt, sie an Schnitten deutlich in situ zu sehen; nur manchmal zersplittert der Schnitt so glücklich, dass man (Fig. 5) Einige isolirt erhält, und an Zupfpräparaten sieht man sie ausserdem (Fig. 8) vielfach den Zellen anliegen; jedoch nie so gut erhalten wie durch Maceration.

Um so schöneren Aufschluss geben Schnitte über den Eintritt der Nerven ins Epithel. Man benutzt dazu am Besten sehr dunkel gefärbte Osmiumpräparate, an welchen, um das Eindringen der Säure zu erleichtern, vorher zweckmässig ein Stück des Fühlerknopfs abgeschnitten wird. Nach solchem Object ist Fig. 5 gezeichnet. Die Leiber der Cylinderzellen sind um die Kerne her zu dunkeln Strängen zusammengeschrumpft, man sieht im Epithel ausser den Bechern sonst kaum Etwas, nur entsprechend den Stellen, wo zwei Cylinder zusammenstossen, bemerkt man statt eines scharfen Contours einen oder mehrere breitere Längsschatten, — offenbar Ausdrücke der hier eingelagerten Kölbchen; und je einer solchen Stelle correspondirt ein leicht glänzender Streif durch den Cuticularsaum (bei h). Sehr deutlich aber markiren sich die aus dem

Ganglienstratum andringenden Nervenzellenzüge: sie treten, ein Gemisch von Zellen und feinen Nervenfasern, durchsetzt von dem theilweis pigmenthaltigen verästelten Bindesubstanznetz das durch die Osmiumsäure stets dunklergefärbt hervortritt, — bis unter die Füsse des Epithels und lassen hier, durch die subepithelialen Muskelzüge, reiche Bündel von Fasern ausstrahlen, welche man mit voller Deutlichkeit bis zwischen die dunkelen Körper der Cylinder hinein verfolgen kann. — Die spindelförmigen Nervenzellen lassen sich, zum Beweis, dass man es nicht mit Bindegewebszellen zu thun hat, mit ihren langen Ausläufern leicht in Jodserum isoliren; ich verweise hiefür, und hinsichtlich ihrer Verbindung mit den Kölbchen auf die früher (a. a. O. Fig. 19) und hier Fig. 9 gegebene Darstellung[1]). Wenige der Nervenzellen liegen dicht unter oder gar noch in dem Epithel; wenn also die Kölbchen als wahre Endzellen aufzufassen sind, so kommt ihnen als solchen meist eine sehr langgestreckte Gestalt zu. Uebrigens liess sich nicht ermitteln, ob sich jede Spindelzelle mit je einem, oder durch Theilung ihres peripherischen Ausläufers mit mehreren Kölbchen in Verbindung setzt, oder ob das Umgekehrte Statt findet.

Noch etwas mehr Sicherheit über das Epithel selbst giebt ein Schnitt, welcher ganz flach parallel zur Tangente des Fühlerknopfs geführt, nur die Cuticula und die obersten Theile der Zellen abgetragen hat (Fig. 7). Von der Cuticularseite betrachtet, zeigt er eine feine Punctirung, als Ausdruck der Streifung des Cuticularsaums; grössere Kreise, die Lumina der Becherzellen; und dazwischen in grosser Anzahl kleine, helle Stellen von nur etwa 0,001 Mm. Durchmesser, nicht Löcher, wie jene, sondern durch ihr Glänzen und oft durch ein körniges Wesen als körperlich gekennzeichnet: die optischen Querschnitte der Kölbchenspitzen und der Haare oder Stifte, welche aus diesen hervorragen.

Früher habe ich der Möglichkeit Rechnung getragen, dass die isolirten Kölbchen etwa collabirte Becherzellen sein möchten; diese kann ich jetzt ohne Weiteres abweisen. Denn die Menge der Ersteren ist schon weitaus zu gross dafür. Man braucht nur zu er-

---

1) Fig. 19 jener Arbeit macht durch ein Versehen bei der Wiedergabe den Eindruck, als ob die Fädchen in Cylinderepithelzellen hineinlaufen. Der Leser wird aus dem Text hoffentlich schon vermuthet haben, dass dies durchaus nicht durch die Originalzeichnung intendirt wurde.

wägen, dass in der Fig. 6 — sie ist treu einem Macerationspräparat nachgebildet — die mit Kölbchen besetzte Stelle etwa dem Raum entspricht, welcher 4—5 Cylinderzellen einnahmen; auf diesem könnten unmöglich so viele Becher ihren Platz haben.

2. Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten.

Das Epithel der Schneckenhaut lässt sich an den meisten Orten durch die von Boll[1]) und Vf. (a. a. O.) angegebenen Macerationsmethoden leicht in zusammenhängenden Fetzen abheben, schwerer aber gelingt es schon die einzelnen Zellen gut zu sondern, und gar nicht, die feinern Elemente der Zellenlage auch nur in leidlichem Zustand zu erhalten. Deshalb sind massenhaft vorhandene Bestandtheile derselben bisher so gut wie unbekannt geblieben, welche man sich durch ein höchst einfaches Verfahren zu Gesicht bringen kann.

Härtet man nämlich eine Weinbergschnecke oder einen Arion, unter öfterem Flüssigkeitswechsel, einige Monate lang in 4—6 procentigem Kali bichromium, so erreicht man sehr leicht einen Einwirkungsgrad, bei dem das Gewebe ausserordentlich schnittfähig, zugleich aber der Zusammenhang der Deckzellen halbwegs gelockert ist. Man kann dann in Hollundermark schneiden; der Schnitt selbst reisst oft schon eine Anzahl indifferenter Epithelien heraust und die übrigen kann man durch leichtes Stossen mit der Nadel unter dem Präparirmikroskop entfernen[2]).

Was übrig bleibt, zeigen die Figuren 11—13; es erinnert schon auf den ersten Blick an die pinselförmigen Zellen der Wassermollusken, wie sie sich durch sehr ähnliche Behandlung darstellen lassen (a. a. O. pag. 421). Die Hautwärzchen, die ich oben beschrieb, sind besetzt mit einer bedeutenden Anzahl schmaler, langcylindrischer Zellen, welche mit ihrem verdickten Kerntheil fest im Gewebe stecken. Das vordere Ende des Cylinders ist bei den

---

1) Beiträge zur Histiologie d. Molluskentypus. Dies. Arch. 1868, Supplement.

2) Dies gilt für fast alle Hautstellen, leider aber nicht für den Fühlerknopf, dessen Epitheldecke auch bei dieser Methode hartnäckig zusammenhaftet.

meisten, ohne irgend einen Saum, glatt abgeschnitten, öfter auch eingerissen, und gewährt den Anschein, als sei der Cylinder ein hohler Mantel. Das beruht aber schon auf Entstellung der Form; fast in jedem Präparat trifft man Einige, und bei glücklicher Einwirkung des Reagens viele, die auch an der Spitze noch wohlerhalten sind. Hier dringt aus der cylindrischen Hülse ein centrales Gebilde, um welches jene sich oft noch so fest anlegt, dass Beides wie aus einem Gusse erscheint; und verjüngt sich weiter nach vorn in eine feine Spitze. Nur ganz starke Systeme zeigen, dass diese dennoch nicht solide ist, sondern sich bei Vielen wenigstens in mehrere feine Härchen auflösen lässt. Dieser Endtheil der Zelle bricht sehr leicht heraus, und das ist der Grund, dass man die meisten Zellen ohne ihn findet. Ein scharfer Endsaum der Zelle, wie am Fusse der Härchen bei den Pinselzellen, existirt hier also nicht; dagegen zeigt sich fast überall eine dem Köpfchen der Letzteren entsprechende Anschwellung (Fig. 12, 13)[1].

Betrachtet man die wohlerhaltensten der Zellen mit sehr starken Systemen, so zeigt sich in dem Cylinder eine deutliche feine, wenn auch etwas körnige Längsstreifung, welche am Klarsten bei Einstellung auf die Seitencontoure auftaucht, also central liegt (Fig. 13); sie lässt sich bis an den Kern verfolgen, vorne im Köpfchen wird sie undeutlich. Der Kern ist fast regelmässig elliptisch und birgt eine Anzahl glänzender Körnchen. Mehr über seine und der Zelle Struktur will ich noch nicht aussagen, denn es ist zu misslich, allein nach alten Chromkaliobjecten über solche Dinge zu urtheilen; und andere Methoden stehen mir noch nicht zu Gebot.

Es bleibt jetzt ein Blick auf die übrigen Epithelien zu thun,

---

1) Nachdem ich mit diesen Zellen bekannt geworden, zweifle ich nicht dass die von Boll bei Arion isolirte Zelle (a. a. O. Fig. 28) einer von ihnen entspricht, also ein wohlerhaltenes Präparat darstellt; sie würde dann nur nicht als Trägerin eines Borstenhaares zu fassen sein, da die Haarspitzen dieser Zellen den Cuticularsaum nicht überragen. — Für eine intacte Pinselzelle mit aneinanderliegenden Härchen, wie der Autor (Centralbl. Nr. 54, 1869) anzunehmen geneigt ist, wollte ich die Figur deswegen nicht halten, weil einmal die Härchen der letzteren nie so fest verbacken gefunden werden; und dann weil in der Zeichnung eine Andeutung der Köpfchenanschwellung wie auch des glänzenden Endsaumes fehlt, welche sorgfältiger Beobachtung schwerlich entgangen wären.

um uns zu vergewissern, dass die beschriebenen Dinge wirklich eigenartige Bestandtheile der Hautdecke sind. Man findet an allen, hier in Frage kommenden Stellen sonst lediglich Cylinder und Becher. Erstere, bei dieser Methode äusserst schön erhalten, zeigen die Formen der Figg. 1, 11 und 12, je nachdem sie auf der Höhe einer Hautwarze, oder im Thal zwischen zweien standen. Sie sind alle gelb pigmentirt, mit ausgebildeter Cuticula versehen, ohne Spur von Längsstreifung, und es finden sich auch nicht die mindesten Uebergangsformen zwischen ihnen und den Haarzellen. Eigenthümlich aber ist das Lageverhältniss Beider: wo man sie noch in situ nebeneinander hat (Fig. 12) zeigt sich, dass die Kerne der Haarzellen tiefer liegen als die der Cylinder; der Hals der letzteren liegt gewöhnlich zwischen zwei Cylinderkerne hineingeschmiegt, das Haarbündel zwischen ihren Vordertheilen; es steht demnach auch nicht, wie die Pinsel der Wassermollusken, über die Oberfläche hervor, sondern höchstens seine Spitze durchsetzt die Cuticula. Damit trifft es zusammen, dass ich an frischen Präparaten, von allen einschläglichen Stellen der Schneckenhaut — Rücken, Seiten des Fusses und des Fühlerstiels, grösster Theil des Kopfes — niemals deutlich prominirende »Borstenhaare« habe finden können.

Die Becherzellen stellen die Ausführungsgänge der Semper'schen (Ztschr. f. wiss. Zool. VIII, 341) einzelligen Schleim- und Farbdrüsen dar. M. Schultze in einem Referat über Marchi's Arbeiten (ds. Arch. Bd. 3) und Boll haben diese Beziehung zuerst betont; Letzterer bezeichnet geradezu die Drüsen selbst als Becherzellen. Ob wir hierzu berechtigt sind, wird an anderer Stelle (1. Anhang) zu erörtern sein. Hier interessirt uns nur, dass die Becher bei all ihrer Häufigkeit doch viel seltner stehen als die Haarzellen, und in ihren Formen gar keine Annäherung an diese zeigen; öfter sieht man nach Abstäubung der Cylinder zwischen den Haarzellen noch einige Becher erhalten (Fig. 12), deren eigene, oft eingerissene Wandung sich sehr deutlich darstellt.

Ein Zusammenhang der Haarzellen mit der Tiefe lässt sich an diesen Objecten nicht ermitteln; ich bemerke, dass es an Chromkali- und Alkoholpräparaten, auch gefärbten, von Land-Mollusken kaum möglich ist feine, blasse Nervenfasern zu sehen. An Querschnitten der Fühlerstiele (Fig. 11) zeigt sich an der Innenseite der Hautlage, dem Fühlerhohlraum zu, eine Schicht von Zellen, völlig ähnlich denjenigen welche oben (pag. 444) geschildert

sind, deren Züge auch häufig direct aus jenen hervorgehen (Fig. 1). Sie sind am unteren Ende meist bauchig, das obere zugespitzte schicken sie zwischen die Muskeln hinauf, und man sieht diesen Ausläufer sich öfter theilen und die Seitenzweige fein nach seitwärts auslaufen, wo sie sich in den Muskeln der Beobachtung entziehen. Die meisten Ausläufer aber dringen gegen das Epithel hinauf, ohne dass es jedoch gelingt sie bis in dasselbe zu verfolgen. Aehnliche Zellen liegen nun überall und mit gleichem Verhalten in dem muskulösen Bindegewebe der Körperhaut. Ich betone, dass sie mit den Schleimzellen, wie mit den wohlcharakterisirten Zellen des Bindegewebes durchaus nichts gemein haben; ich halte sie für Ganglienzellen, deren isolirt peripherisches Vorkommen bei Mollusken ja eine bekannte Thatsache ist; muss aber den Beweis aus Mangel frischen Materials einstweilen schuldig bleiben. — Wenn ich trotzdem ohne Weiteres diese Zellen als Neuroepithelien anspreche, so nehme ich dafür die Analogie dessen in Anspruch, was über die so sehr ähnlichen Pinselzellen der Acephalen unten mitgetheilt werden wird.

Die Haarzellen stehen über die ganze Körperfläche verbreitet, am dichtesten an den Fühlerstielen, den Lappen seitwärts des Mundes und nach unten zu an den Seiten des Fusses. Am eigentlichen Fussrand aber und der Fusssohle selbst, Stellen, welche das Thier continuirlich mit Schleim überzogen hält, nehmen sie Formen an, welche denen der Pinselzellen bei den Wasserschnecken sehr ähnlich werden; sie zeigen ein oft scharfrandig abgeschnittenes Köpfchen und deutlich getrennte Haare: und die letztgenannten Stellen sind auch die einzigen, wo ich bei den Landpulmonaten, am lebenden Object wie an den vorsichtigst behandelten Härtungs- und Schnittpräparaten, Haarbündel fand welche den Cuticularsaum überragten [1]).

3. Ueber die Nerven im Mantel von Mytilus edulis und ihr Verhältniss zum Epithel.

Die pinselförmigen Epithelien der Wassermollusken habe ich als Sinneszellen angesprochen, hauptsächlich darauf fussend, dass ich ihren Zusammenhang mit einer lang ins Gewebe zu verfolgenden

1) Am früher a. O. p. 432 ff.

Faser darthun konnte. Es ist damit, wie auch ein seither erschienenes Referat über meine Arbeit (Centralblatt Nr. 54, 1869) mit Recht bemerkt, noch nicht der Beweis geführt, dass sie mit Nervenfasern in Verbindung stehen. Ich freue mich diesem Mangel jetzt nachhelfen zu können.

Man kann über die Nerven und ihre Beziehung zum Epithel bei den Acephalen schon an Osmiumpräparaten ins Klare kommen; volle Sicherheit aber darüber, was hier wirklich als Nerven zu betrachten ist, war nur von der Cohnheim'schen Goldmethode zu erwarten und sie hat sie denn auch gegeben. Die Gewebe der Wirbellosen sind freilich gegen diese Methode etwas widerspenstig: die feinen Nervenfasern färben sich bei ihnen verhältnissmässig schwer, und die dichte Flimmerzellendecke hindert noch dazu das Eindringen der Goldlösung grade an den Stellen, auf die es ankommt; schonendes Abheben desselben ist zwar dadurch möglich, dass man es kurz einem Strom von heissem Wasserdampf aussetzt, aber es ist für unseren Zweck natürlich wünschenswerth, es möglichst zu erhalten. Die sämmtlichen tadellosen Präparate, welche ich schliesslich erhielt, sind auf dem Wege gewonnen, dass die abgeschnittenen Theile zuerst auf eine Stunde in Salzsäure von 1 p. M. gelegt, dann mit einer $^1/_4$ procentigen Goldlösung bis 12 Stunden lang imbitirt und schliesslich sehr lange Zeit — bis 10 Tage — am Sonnenlicht in Essigsäurewasser der Reduction überlassen wurden. Um sie schneidbar zu machen, mussten sie meist noch in Alkohol gehärtet werden, was übrigens keinerlei merkliche Schrumpfung verursachte. — Zum Object wählte ich fast ausschliesslich den Mantelrand von Mytilus edulis; zur Orientirung über denselben mag ein Querschnitt desselben — quer gegen die Längsaxe der Muschel — dienen, den ich in Fig. 14 skizzire: i stellt die innere, a die äussere Mantelfläche dar, z den Durchschnitt der am weitesten vorspringenden Zackenreihe des Randes, z' die kleineren weiter nach Aussen vorspringenden Zacken; erstere ist besonders dicht mit Haarbündeln besetzt, auf je einer der letzteren finden sich nur Einige derselben und immer besonders grosse, ebenso vereinzelte an der inneren Mantelfläche i[1]). e entspricht der Linie, in welcher sich der Mantelrand an die Schale befestigt.

---

1) Um sie an solchen Gegenden — Flächen — zu sehen, ist es zweckmässig, den frischen Mantel gefrieren zu lassen und einen dann rasch ange-

Die Ansicht, dass Mytilus am Mantelrand rudimentäre Augen, in Gestalt dunkler Fleckchen, besitze (vgl. z. B. Bronn, Blätterkiemener, p. 401), kann ich als irrig bezeichnen. Das gelbe bis violettbraune Pigment, das fast stets in diesem Mantelrand vorkommt und ihm ein überaus zierliches Aussehen verleiht, liegt, in wechselnder Menge und Verbreitung, stets in den vorderen Theilen der Flimmerepithelien (Fig. 17); charakteristische Anhäufungen solcher Pigmentepithelien, wie sie die Augen z. B. der Cardiaceen darstellen, finden sich nirgends, höchstens können schwache Vergrösserungen solche vortäuschen; und ebensowenig zeigt alles Suchen sonst etwas, das dem primitivsten Auge entspräche. Wenn die Mytilaceen ihre Augen nicht anderswo haben, muss ich sie für blind erklären, ebenso wie die Najaden und Unioniden.

An gelungenen Goldpräparaten von Mollusken sind die Nerven dunkelpurpurroth, die Hautdrüsen matter grauviolett gefärbt; die grossen Zellen und die Fasern des Bindegewebes färben sich gar nicht, die Muskeln nur manchmal und erscheinen dann heller braunröthlich; an misslungenen, zu stark imprägnirten Objecten werden sie dunkler bis fast schwarz, sind übrigens schon wegen ihres gradlinigeren Verlaufes auch hier nie mit Nerven zu verwechseln. Das Epithel ist aber nach der Reduction meistens abgefallen, einzelne schlecht erhaltene Zellen und Zellenstümpfe sitzen noch der Oberfläche auf.

In voller Schönheit und Deutlichkeit markirt sich nun das reiche Nervennetz der Mantelzacken; besonders wenn es gelungen ist, einen Schnitt gerade durch die Mitte einer solchen zu führen (Fig. 15).

Die Hauptstämme, in dem dicken Theil des Mantelrandes längs diesem, oder schräg gegen ihn vorlaufend, senden gegen die Zacken zahlreiche vielfach anastomosirende Aeste, in welche viele Ganglienzellen besonders an den Theilungsstellen eingelagert sind. Namentlich reich an solchen wird das dichte Nervennetz in der eigentlichen Zackenspitze (Fig. 15 n). Aus diesem nun sieht man viele, grossentheils dicht mit kleinen spindelförmigen Ganglienzellen besetzte feine Fäden (0,001—0,002 Mm.) an die Peripherie, häufig auf sitzengebliebene Kerne und Zellenstümpfe zulaufen und in deren Substanz direct übergehen: ihre Anzahl ist

---

fertigten Schnitt sofort in Seewasser zu untersuchen; doch auch Schnitte aus Osmiumpräparaten zeigen sie grade an diesen Orten fast immer erhalten.

ganz entsprechend der Zahl der Pinselzellen, welche bei der Beobachtung des lebenden Objects auf dem Profil der Zackenspitze zu Gesicht kommen.

Von einer Verwechselung dieser Nervenfaserenden mit andern Dingen kann hier keine Rede sein. In der Figur mussten natürlich auch diejenigen Fasern in die Ebene des Papiers projicirt werden, deren Verlauf und Zusammenhang mit den Hauptästen erst durch ihr Verfolgen mit der Stellschraube sich ergab; aber es sind auch nur solche gezeichnet, von welchen sich dieser Zusammenhang dabei sicher herausstellte. Nur an der inneren Seite der Zacke (bei d Fig. 15) kann man Täuschungen ausgesetzt sein; hier findet sich nämlich (bei d) eine dichte Lage von Hautdrüsenzellen[1]), welche zuweilen wenigstens ebenfalls violett gefärbt erscheinen, und deren Ausführungsgänge dann mit zum Epithel tretenden Nerven verwechselt werden mögen; nur manchmal (Fig. 15 n[1]) kann man an glücklich gefallenen Schnitten den wirklichen Durchtritt der Letzteren zwischen den Drüsen wahrnehmen. Gegen die Zackenspitze aber, und ebenso an der Aussenseite, liegen die Drüsenzellen weit vereinzelter, und grade hier ziehen Nervenfasern in Menge zum Epithel. Die Aussenseite der Zacke erhebt sich in kleinen, flachen Höckern, und zu jedem derselben, ebenso wie zu den noch weiter auswärts gelegenen kleinen Zacken (Fig. 15 z) treten je einige stärkere Nervenäste; es sind dies die Orte, wo (s. oben) auch immer je einige grössere Pinselzellen stehen. Eine geringere Anzahl von Nervenenden durchsetzt an der inneren Mantelfläche die Drüsenschicht. Ein Theil der Fasern jedoch, welche nach dieser Seite laufen, verästelt sich um diese her, ohne dass eine deutliche Verbindung Beider gesehen werden konnte. Die Drüsen sind einzellig; und an Schnitten, wo das Epithel noch ansitzt, sieht man auf's Deutlichste, dass ihre Ausführungszunge je in eine Becherzelle übergehen, deren in dieser Gegend immer weit mehr, als an der Spitze der Zacken und Aussenseite getroffen werden.

Das Epithel findet sich, wenn auch selten, an der Zackenspitze selbst, häufig noch erhalten (Fig. 15) und dann kann man wenigstens das constatiren, dass die Nervenfaser wirklich bis an seine Füsse heran, ja zwischen seine Zellen hinein zu verfolgen sind.

---

1) Dies gegenüber der Angabe, dass Drüsenzellen im Lamellibranchiermantel nicht vorkommen (Bronn, Blätterkiemener, pag. 355).

Diese Zellen selbst sind aber von der Behandlung immer sehr mitgenommen, und höchstens aus der Kleinheit der noch aufsitzenden, mit den Nervenfasern zusammenhängenden Stümpfe mag man schliessen, dass dieselben verunstaltete Pinselzellen darstellen. Einen Ersatz bietet glücklicherweise die Osmiumbehandlung.

Da es darauf ankommt sehr feine Schnitte grade durch eine Mantelzacke zu legen und doch nicht durch Einbettung in Paraffin oder Glycerinleim das Epithel zu verderben, finde ich es bei diesen weichen Geweben vortheilhaft sehr starke Osmiumlösungen, 2—5 p. c., zur Härtung zu verwenden und nach vorsichtiger Einpassung in Hollundermark zu schneiden. Man kann so ohne Mühe Lamellen abtragen, welche etwa die Dicke einer Cylinderzelle, also circa 0,003 Mm. haben (Fig. 17). Die Epithelien zeigen sich kaum geschrumpft, in allen Theilen schön erhalten; ihre Flimmerhaare vollständig intact, nur fast immer etwas gekrümmt. Ueber die Wimpern hervorstehend sieht man in vollster Deutlichkeit und Starrheit eine Anzahl Haarpinsel, weniger gut an der Zackenspitze, wo sie die Flimmerhaare nur wenig überragen, als an der Aussen- und Innenseite, wo man deren weit grössere und längere trifft. Der Körper der Zelle, dem sie aufsitzen, markirt sich zwischen den mattgrau gefärbten und vorne gelb pigmentirten Cylindern als dunklerer Strich, an dessen Fuss man zuweilen auf einen länglichen Kern kommt. Ausserdem zeigen sich im Epithel besonders der Innen- und Aussenfläche Becherzellen, meist leer, nur als spindelförmige Spalten erscheinend, theilweise gefüllt, als körnige, bauchige oder strangförmige Figuren.

So leicht es nun scheint, an solchen Präparaten einen Zusammenhang der Pinselzellen mit Nerven, wenn er besteht, zu sehen, so wenig konnte ich anfangs darüber volle Sicherheit gewinnen. Denn die Nerven sind an solchen frischen Osmiumpräparaten nur schwer zu sehen; nur die dickeren Stämme präsentiren sich kennbar als eigenthümlich graugefärbte Massen, die feinen Fasern sammt ihren Ganglienzellen sind äusserst blass, und da sie ausserdem natürlich nicht in einer Ebne laufen, so vermindert grade die zunehmende Feinheit des Schnittes die Chancen, ihnen auf weitere Strecken zu folgen.

Um dem abzuhelfen, giebt es ein einfaches Mittel: die Zeit. Vor einigen Monaten hatte ich, beim Verlassen des Seestrandes, in Osmium gehärtete Theile von Mollusken theils in Alkohol, theils

in 5 procentigem Chromkali mitgenommen. Sie zeigen jetzt, vermuthlich beruhend auf nach und nach verstärkter Metallreduction, ein von den frischen äusserst verschiedenes Ansehen. Alle Gewebstheile, ohne dass ihre Formen gelitten hätten, treten weit schärfer und dunkler hervor, und vor Allem gilt das von den Nerven. An den Alkoholpräparaten sind Fasern wie Ganglienzellen dunkelbraungrau, feinpunctirt; an den Chromkaliobjecten ist die Substanz Beider blass geblieben, aber durchweg so regelmässig feinkörnig geworden, dass sie dadurch schon mit Hartnack VII, 1 deutlich zu verfolgen sind. Diese Behandlung kann für dies Object in der That einen völligen Ersatz für die Goldmethode liefern. Die Ganglienzellen sind in dem Chromkali etwas gequollen; und man könnte fast zweifeln, ob diese ausgebreiteten, körnigen Massen (Fig. 16) wirklich Nerven darstellen, wenn nicht ein vergleichender Blick auf ein Goldpräparat (Fig. 15) sofort lehrte, dass sie in der Substanz der Zacke ganz denselben Ort einnehmen, wie dort die gefärbten und etwas geschrumpften Nerven.

Ein Schnitt aus solchem Chromkalipräparat zeigt zunächst (Fig. 16) die Ausbreitung der Nerven bis an's Epithel, ganz wie in dem vergoldeten Object. Ferner sind an ihm — an Alkoholpräparaten nicht immer — noch nach dieser monatelangen Aufbewahrung die Wimpern, wie auch zahlreiche Haarbündel der Pinselzellen völlig schön erhalten. Geht man von einem solchen Haarbündel, den Contouren seiner Zelle folgend, durch das Epithel nach abwärts, so kommt man auf eine jener terminalen, blassen körnigen Nervenausläufer. Die Meisten derselben haben dicht unter den Füssen des Epithels ihre letzte Zelle eingelagert und dann findet sich auch kein Kern sonst, welcher der Pinselzelle entspäche; es wird also jene letzte Nervenzelle als der verdickte Korntheil des Neuroepithels anzusprechen sein. — Nur die Minderzahl der Endfasern ist ohne eingelagerte Ganglienzellen, und dies erklärt mir jetzt auch, warum ich an Macerationsobjecten immer nur einzelne der Pinselzellen an ihrer Faser lang hervorzerren konnte (s. a. a. O. p. 422): Wo die Faser durch eingesprengte Ganglienzellen im Gewebe fixirt ist, konnte sie sich natürlich nicht durch blosses Klopfen auf's Deckglas isoliren lassen.

Es scheint mir nach dem, was wenige Wochen lehren konnten, dass auch bei Aufbewahrung der Osmiumpräparate in Wasser und verdünntem Glycerin jenes Nachdunkeln, und Deutlicherwerden der

Nerven eintritt. Die Erhaltung des Epithels zeigt sich aber hier weit mangelhafter, als an den Objecten aus Kali bichromicum.

Als Nachtrag zu früheren Angaben über die pinselförmigen Zellen kann ich noch bemerken, dass bei der einzigen Opisthobranchierin, deren ich bis jetzt habhaft werden konnte, Eolis exigua, dieselben sich ganz ebenso verhalten, wie ich sie bei Acephalen, Prosobranchiern und Pulmonaten beschrieben habe; sie finden sich vorwiegend häufig an den Fühlern, dem Fuss und auch an den Kiemenzöttchen, sind sehr klein, aber deutlich mehrhaarig und von ganz ähnlichen Formen wie bei den Prosobranchiern. — Von becherförmigen Organen, welche Boll an den Fühlern und Manteländern von Eolidiern und Doridiern beschreibt, findet sich bei Eolis exigua Nichts, ebenso wenig habe ich solche noch bei andern Mollusken entdecken können [1]).

Ein sehr schönes Object, um das Durchdringen der Härchen durch den Cuticularsaum zu constatiren, bieten die flimmerlosen Siphopapillen der Herzmuschel (Cardium edule), Fig. 20. Man kann an diesen, wenn man sie frisch abgeschnitten betrachtet, jedes einzelne der Härchen durch die äusserst klare, breite Cuticula und noch zwischen die Epithelzellen hinein verfolgen. Die Härchen stehen hier nur sehr wenig über den Saum hervor und bilden so einen Uebergang zu dem Verhalten bei den Myaceen, wo (a. a. O. p. 430) die Spitzen der Haare jenen gar nicht überragen — beide Muschelarten leben im Sand und ihre Siphonen sind steten mechanischen Insulten ausgesetzt.

Physiologische Rückblicke. 1. Ich kann nicht bezweifeln, dass die Pinselzellen der Wassermollusken, und die jetzt beschriebenen Sinneszellen in der Körperhaut der Landpulmonaten ein-

1) An den kleineren, äusseren Zacken des Mantelrandes bei den Lamellibranchiern (Fig. 14 z') glaubte ich anfangs solche zu sehen; hier stehen an der Zackenspitze immer nur je einige grosse Haarzellen und zwar oft so dicht an einander, dass ihre Haarpinsel nur ein dickes Bündel auszumachen scheinen und ihre Leiber sich ebenfalls wie ein einziges Zellenbündel zwischen dem Epithel ausnehmen. Die Isolation zeigt jedoch, dass sie von den Pinselzellen anderer Orte nicht verschieden sind.

ander entsprechende Dinge sind: ausser ihrer Verbreitung lehrt dies schon der Uebergang zwischen Beiden am Fussrande der Landschnecken; beide gemeinsam kann man unter dem Namen Haarzellen begreifen. Was sich für die Deutung derselben ergiebt, lässt sich in wenige Sätze zusammenfassen.

Die ganze Fläche des Molluskenkörpers ist empfindlich gegen Gefühls- und Temperatureindrücke, an der ganzen Fläche desselben kommen in reichlicher Verbreitung die Haarzellen vor. Einzelne Körpertheile sind besonders empfänglich für jene Eindrücke; an ihnen treten die Haarzellen in besonderer Menge auf.

Bei den luftlebigen Landmollusken dringen die Haarspitzen der Zellen an den meisten Orten nicht über die Cuticula hervor; bei den Wasserweichthieren, von welche es a priori wahrscheinlich ist, dass ihnen Wahrnehmung der Bewegungen des Wassers und dessen, was darin suspendirt ist, von Werth sein muss, ragen sie über dieselbe hinaus; und zwar constant, und am Weitesten bei den eingeschalten Acephalen, welchen fast nur auf letzterem Wege Gefühlseindrücke zukommen können.

Die Haarzellen hängen mit Nervenfasern zusammen.

Ausser ihnen finden sich in der Haut der Weichthiere keine Neuroepithelien von nur annähernd so grosser Verbreitung.

Aus alledem ziehe ich den Schluss, dass die Haarzellen die Endgebilde der sensiblen Hautnerven, die Gefühlszellen der Mollusken sind [1]).

---

1) Wir werden nie sagen können, ob die »Qualität« der Sinnesempfindungen bei anderen und namentlich bei wirbellosen Thieren der unsrigen ganz entsprechend ist. Schon deshalb ist gewiss die Methode verfehlt, welche die Zootomie einer früheren Periode einschlug: von unseren Sinnen ausgehend, nach den Organen derselben bei allen niederen Thieren zu suchen; und ich mache diese Anmerkung, um mich nicht dem Vorwurf auszusetzen, dass ich denselben Weg gehe. Die Sinnesorgane müssen sich, wie alle anderen, durch Anpassung und Vererbung gebildet und ausgebildet haben; und es muss für jedes derselben in der Thierreihe Typen geben, bei welchen es noch fehlt und auf Typen, bei welchen es eben in primitivster Form auftritt: die Formen der Gesichts- und Gehörorgane gerade bei den Mollusken liefern dafür den schönsten Anhalt.

Aber durch die oben angeführten Momente scheint mir die Deutung der Haarzellen als Gefühlszellen hinlänglich gerechtfertigt; die Wahrneh-

2. An den Fühlern der Wasser-bewohnenden Pulmonaten finde ich, wo ich noch untersuchte, keine anderen Neuroepithelien, als Haarzellen. Die Nervenausbreitung in diesen Körpertheilen ist ganz analog derjenigen, welche für die Mantelrandzacken der Lamellibranchiaten (Fig. 15) geschildert wurde.

Die oberen und unteren Fühler der Landpulmonaten, auch anatomisch sehr abweichend gebaut, werden versorgt von einem Nerven, welcher relativ mindestens viermal stärker ist, als bei den Fühlern der Wasserschnecken. Dieser Nerv tritt in den Fühlerendknopf, mehr als 8mal mächtiger als der aus ihm entspringende Nerv. opticus, nimmt eine mächtige und eigenthümliche Ganglienausbreitung und seine Fasern endigen, zwischen einem besonders geformten Epithel, in Sinneszellen, welche durch ihre Kleinheit und ihr auf die Fühlerendplatte localisirtes Vorkommen wesentlich von den Haarzellen abweichen.

Am übrigen Körper der Landpulmonaten finden sich die Haarzellen in einer Form und Verbreitung, welche der bei den Wasserthieren vorhandenen durchaus entspricht.

Ich schliesse daraus, dass die Landschneckenfühler höchst wahrscheinlich einer anderen, als der Gefühlsfunction dienen. — Ich schliesse dies um so mehr, weil die Beobachtung des lebenden Thiers ergiebt, dass ein wirkliches Tasten mit dem Fühlerknopf nicht vorgenommen wird, dass vielmehr das Thier jede mechanische Berührung desselben ängstlich zu scheuen scheint. (Vgl. meinen o. c. Aufsatz p. 440 und Blainville's Angaben bei Moquin-Tandon (l. c. p. 154).

Welche Function die Fühlerknöpfe haben, kann nur das physiologische Experiment ermitteln. Moquin-Tandon (l. c.) hat diesen Weg betreten: er fand, dass Schnecken (Arion) mit abge-

---

mung, dass viele Mollusken mit den Körpertheilen entschieden activ tasten, an welchen diese und nur diese Neuroepithelien in besonderer Menge vorkommen, scheint mir keinen Zweifel zu lassen.

Dass dieselben in der Function mit den haartragenden Zellen übereinkommen könnten, welche F. E. Schulze in den Seitenorganen der Fische und Amphibien, für die Perception von Wasserwellen kennen gelehrt hat, glaube ich nicht annehmen zu können, einmal wegen ihres Vorkommens auch bei Landmollusken, und dann wegen der so sehr wechselnden Länge ihrer Haare, deren constantes Mass bei jenen anderen gerade eine Hauptstütze für ihre Natur als Wellensinnorgane abgiebt.

schnittenen grossen Fühlern, welche er hungern liess, sich später der gebotenen stark riechenden Nahrung nicht näherten, wenn er diese in einiger Entfernung hinlegte, dieselbe aber sofort verzehrten, sobald sie an den Mund gebracht wurde. Er schloss daraus, dass die oberen Fühler Geruchsorgane seien. Trotz der Ausstellungen, die von deutschen Forschern gegen M.s Versuche gemacht wurden (s. Bronn u. Keferstein l. c.), kann ich nicht finden, weshalb dieselben so durchaus unbeweisend sind. Nur muss man jedenfalls auch den unteren Fühlern, die den oberen völlig gleich gebaut sind, dieselbe Function wie diesen zuschreiben.

Es kommt hier jedoch noch das von Semper gefundene, lappige und nervenreiche Organ am Schlundkopfe in Frage, welches der Entdecker, wenn schon durchaus vermuthungsweise, als Geruchsorgan ansprach. Eine genauere histiologische Untersuchung derselben konnte ich aus Mangel frischen Materials noch nicht vornehmen. Bei ihrer freien Lage am Körper, und bei dem fortwährenden Herumsuchen in der Luft, welches mit ihnen ausgeführt wird, scheinen die Fühlerknöpfe immerhin mehr für eine Riechfunction qualificirt, als jenes Organ, dessen Epithelüberzug ziemlich versteckt in der Grube neben und unter dem Munde liegt.

Anhang.

Ein Blick auf das Verhältniss der oben erwähnten Becherzellen der Landmollusken zum Bindegewebe scheint mir eine kleine Abschweifung zu lohnen.

Das Epithel der Schneckenhaut liegt auf einer eigenthümlichen Art spongioser Bindesubstanz — ich brauche den treffenden M. Schultze'schen Ausdruck statt des gebräuchlichen: „adenoiden"; — ein Gewebe, welches innerhalb des Molluskentypus eine so grosse, ja so durchaus vorherrschende Verbreitung hat, dass ich überrascht war, es in den bisherigen Untersuchungen[1]) nur für einzelne Orte

---

1) S. Boll a. a. O. Das Gewebe des Zungenknorpels von Pterotrachea (p. 11, F. 4) scheint wenigstens dem hier in Frage kommenden sehr nahe zu correspondiren; auch die aus der Haut von Heteropoden mitgetheilten Bilder (F. 2 u. 3) würden sich dessen Schema anreihen, wenn man die verästelten Zellen mit ihren Ausläufern als continuirliches spongioses Netz — oder Andeutung eines solchen — fasst, in dessen Maschen die runden liegen.

erwähnt zu finden; — und dass ich sagen darf, es drückt den Bindesubstanzen der Mollusken einen eigenthümlichen Typus auf. Es kommt fast ganz überein mit dem Gewebe, das F. E. Schulze (Ztsch. f. wiss. Zool. Bd. XII, 1862. 177) aus dem Tunicatenmantel beschreibt. Man trifft es, in mehr oder minder typischer Form, fast, wo man nur suchen mag, bei Acephalen wie Cephalophoren; ein Specimen davon stellt jede muskellose Stelle des Lamellibranchiermantels dar, wie ich sie in Fig. 18 zeichne: es ist ein Netz zarter, stellenweis selbst linienartig dünner Bälkchen, in — oder an — deren Knotenpuncten hie und da Kerne mit wenig Protoplasma liegen; in jedem Maschenraum aber und meist ihn ganz ausfüllend, steckt eine grosse, runde, blasse Zelle mit kleinem Kern. Das Bild erinnert in der That an pflanzliche Gewebe. Ich kann noch nicht entscheiden, ob um jede Masche eine geschlossene Kapsel, oder nur ein Korb von Balken gleich den Boll'schen Körben in den Drüsen sich ausspannt.

Unter diesen Typus stellt sich nun auch, nur weniger prägnant, das Hautbindegewebe der Cephalophoren. Und die grossen blasigen Schleimdrüsenzellen, deren oben gedacht wurde, sind nichts Anderes als subepithelial gelegene, ausgeweitete Maschenräume dieses Netzes: überall auch tiefer im Gewebe finden sich massenweis solche, nicht mit der Oberfläche direct communicirende blasige Räume, jeder gefüllt mit einem Gebilde, das dem Inhalt der Schleimdrüsen durchaus conform ist: einer Zelle, reducirt auf einen Kern oft mit einem Hof dichteren Protoplasmas, in ihrem Umfang aber umgewandelt bald in eine feinkörnige, bald in eine helle ganz homogen erscheinende Masse, die öfter, besonders an Osmiumpräparaten, mechanisch — durch Druck — in zahllose kleine Sechsecke abgefurcht erscheint. Es giebt durchaus keinen Unterschied zwischen solchen tieferliegenden Zellen des Bindegewebes und zwischen den ausmündenden Drüsenzellen. In den Balken, welche die Taschen umgeben, und welche auch hier kleinere (Fig. 12, 13 z') Zellen tragen, laufen die Muskeln und in den tiefern Hautschichten wird deren Auftreten so überwiegend, dass, um ein Bild zu brauchen, die Maschen des Netzes durch sie erdrückt werden; es zeigt sich hier wenig mehr von grös-

---

Doch fehlt mir das Material, um darin über die blosse Vermuthung hinauszugehen.

seren zellenhaltigen Hohlräumen und der ganze Typus erscheint mehr verwischt.

Die Schleimdrüsenzellen sind also vollständige Aequivalente der Zellen, welche die Maschenräume der Bindesubstanz erfüllen; öfter sieht man auch deutlich mehrere der Letzteren mit einer ausmündenden Drüsenzelle zusammenhängen. — Eine vollständige Analogie ergiebt sich bei den einzelligen Drüsen, welche ich oben (pag. 456) an der innern Fläche des Acephalenmantels beschrieb; so sehr verschieden sie auch an den Goldpräparaten (Fig. 15) von den blassen grossen Zellen im Bindegewebe sich darstellen. Diese Goldfärbung scheint eben nur denjenigen Zellinhalt zu treffen, der schon eine Schleimmetamorphose eingegangen ist; an frischen wie an Osmiumpräparaten (Fig. 16) erscheinen die Drüsen blass und stellen sich ohne Weiteres gleichwerthig mit den Zellen, welche die Maschenräume des Bindegewebes (Fig. 18 und 19) ausfüllen. Den Zusammenhang der Drüsen mit Becherzellen habe ich schon erwähnt und in Fig. 16 gezeichnet.

Die Becherzellen, in welche die Schleimdrüsenzellen der Pulmonatenhaut übergehen (diese Zusammengehörigkeit Beider wurde, w. o. erwähnt, von M. Schultze, Marchi und Boll bereits erkannt) [s. pag. 452], besitzen jedenfalls ihre eigene Wandung im Epithel (Fig. 12, 13) — deswegen nenne ich sie noch Becherzellen —, der Kern scheint jedoch stets geschwunden zu sein.

Ich kann nach dem Gesagten die Auffassung früherer Beobachter nicht ganz theilen, nach welcher die Drüse selbst eine Becherzelle ist. Wenn der Becher innerhalb des Epithels eine eigene Zelle darstellt, so kann man nicht die ganze in ihn mündende Schleimzelle als Becherzelle auffassen; wollte man aber auch den im Epithel liegenden Hohlschlauch lediglich als Verlängerung der Wand der Schleimzelle ansehen — was mir nicht thunlich scheint, denn wir wissen von keinen bindegewebigen Elementen innerhalb des Epithelgewebes — so kann die Schleimzelle doch nie ein wahrer Becher heissen, weil sie nach dem Obigen kein epitheliales Gebilde darstellt.

Es ist also, wenn nicht allein, so doch vorwiegend, die Zelle des Bindegewebes, die durch Metamorphose ihres Leibes die Massen von Schleim producirt, mit welchen die Haut der Landschnecken sich zu decken vermag; ja da die Maschen der Bindesubstanz mit den ausmündenden Zellen communiciren, so kann man

sagen, dass das ganze subepitheliale Bindegewebe an dieser Art der Schleimsecretion betheiligt ist.

Die Farbdrüsenzellen aber[1]) communiciren nicht mit den Maschenräumen des Bindegewebsnetzes, sondern ihre Verlängerungen erstrecken sich innerhalb der Balken des Letzteren. In diese hinein, zwischen den Muskeln, ziehen sich von ihnen aus oft noch weit die körnigen, unregelmässig geballten Massen des Farbstoffs (Fig. 12, 11). Viele erscheinen, ganz wie auch Boll sie zeichnet, als bauchige unten sackförmig abgeschlossene, öfter deutlich kernhaltige Figuren; bei Manchen jedoch zieht sich vom Grunde des Sackes noch ein schmälerer farbstoffführender Gang weiter nach einwärts. (Vgl. Fig. 11 und 12.) Wie tief dieser Gang ins Gewebe dringt, ob er einem geschlossenen, zu den Bindegewebszellen der Balken in Beziehung stehenden Canalsystem angehört, kann ich noch nicht entscheiden.

Die Mündungsschläuche dieser Farbdrüsen im Epithel — diese allein kann ich auch hier als Becherzellen auffassen — markiren sich sehr deutlich, indem der Farbstoff durch das Härtungsmittel festgeworden, in Gestalt eines Zapfens auch nach abgefallenem Cylinderepithel hervorragt (Fig. 11, 12); auch die Umhüllung dieses Zapfens durch eine zarte Wandung lässt sich mit stärkeren Systemen zuweilen sehen. Der Farbstoff ist bei Helix pomatia goldgelb, bei Arion (rothbraune Varietät) dunkelorange. Ueberall wo die Drüsen auftreten, enthält die Haut auch anderweitig mehr oder weniger dunkleres Pigment (am ausgesprochensten bei den schwarzen Nacktschnecken); während, wo dies nicht vorkommt, z. B. bei den kleinen blassen Helixarten, auch die Farbdrüsen mir völlig zu fehlen scheinen.

Was den Zusammenhang der Drüsenzellen, namentlich der Schleimzellen mit den Bechern anlangt, so nehme ich natürlich nicht an, dass derselbe ein ab embryone datirender — was mit unsern heutigen entwicklungsgeschichtlichen Ansichten kaum vereinbar wäre — sondern dass er ein physiologisch zu Stande gekommener, und vielleicht ein intra vitam fortwährend auf's Neue sich bildender ist; wie ich auch nach Allem, was ich über die Becherzellen der Mollusken gesehen, annehmen muss, dass deren Entstehung aus Cy-

---

1) Von Semper schon (a. a. O.) als einzellige Drüsen beschrieben; von Boll (p. 56) zuerst als Becherzellen aufgefasst.

linder- und Flimmerzellen ein fortwährend erneuter, physiologischer Vorgang ist. Es thut das selbstverständlich der Individualität der einmal gebildeten Becher, und den darüber von F. E. Schulze[1]) und Eimer[2]) aufgestellten Ansichten keinen Eintrag, würde sich vielmehr damit, z. B. mit den Ausführungen Eimer's a. a. O. pag. 53—55, sehr wohl vereinigen lassen. — Volle Entscheidung dieser Fragen kann jedoch erst auf Grund von Untersuchungen erfolgen, welche auch für andere Orte das Verhalten der Becher zum Bindegewebe in klareres Licht stellen.

Amsterdam, d. 3. Februar 1870.

Nachtrag. Nachdem die vorstehende Arbeit sich schon einige Zeit in den Händen der Redaction befand, erhielt ich Kenntniss von einer, den Gegenstand meines Abschnittes 1. behandelnden Dissertation C. Velten's (De sensu olfactus gasteropodum diss., Bonn. 1865), welche bis jetzt meiner Bekanntschaft sich entzogen hatte, da sie nur als lat. Dissertation gedruckt, und meines Wissens nur in Wiegmann's Archiv (22. 5. Jg. Heft V p. 227), mit sehr kurzen Worten citirt ist. Ich glaube dieselbe nachträglich erwähnen zu sollen, da meine Resultate über die Schneckenfühler wenigstens zu einem Theil mit denen, zu welchen der Vf. gelangt ist, übereinkommen; übrigens werden meine Angaben in keiner Weise durch letztere alterirt. — Velten ist der Ansicht, dass, wie auch ich es glaube, die obern und untern Fühler der Landgasteropoden Geruchsorgane sind; aber ausserdem vindicirt er dieselbe Function auch den Tentakeln sämmtlicher Wassergasteropoden. Er stützt sich dabei nicht auf eigene anatomische Untersuchungen — das Wenige, was er über die Endigung der Fühlernerven sagt (p. 13), ist weder für die Function von Belang noch richtig[3]), übrigens durch die schon citirten Angaben

---

1) Epithel- und Drüsenzellen. Dies. Arch. Bd. III.

2) Ueber Becherzellen. Virch. Arch. Bd. 42.

3) V. lässt von dem Ganglion vier »Nerven« entspringen, die sich unter fortgehender gabeliger Theilung bis unter die »Riechhaut« (cutis pituitosa) des Knopfes verästeln. Wenn, wie ich nicht bezweifeln kann, Vf. ebenso wie Keferstein mit diesen vom Ganglion ausgehenden Nerven jene dicken Züge von Nervenmasse gemeint hat, welche ich als in das Ganglienstratum dringend beschrieben habe; so verweise ich für meine Darstellung ihrer Zahl und Thei-

Keferstein's überholt (vgl. oben), und die Beobachtungen Moquin-Tandon's und Lespés', auf welchen er ausserdem fusst, können heute keinen histiologischen Werth beanspruchen: nach Lespés (Journ. de Conchyliolog. 1852, 301) liegt unter der Haut des Fühlerknopfs eine (ich citire nach Velten, da mir das Journal nicht zugänglich war) »Compages granosa, veram continens olfactus membranam« (vielleicht ist hier das Ganglienstratum missdeutet), in welcher die Nerven (bei Zonites candidissimus) schlingenförmig enden sollen. Von mehr Interesse ist, dass dagegen Moquin-Tandon (Mollusques de France. Bd. 1. p. 127) bei Helix pisana eine Endanschwellung der Nerven zu runden Läppchen gesehen zu haben angiebt; ich vermuthe danach, dass er hier die rundlichen Lager der Nervenmasse in dem Ganglienstratum vor sich hatte, welche ich beschreibe. — Ueber das Epithel äussert sich weder Velten noch einer der von ihm citirten Autoren.

Wenn Velten in diesen von ihm besprochenen anatomischen Verhältnissen Analogien mit den Geruchsorganen der höheren Thiere entdeckt, durch welche er sich allein schon berechtigt glaubt, die Fühler als Geruchsorgane zu betrachten[2]), so verliere ich darüber keine Worte. Ich habe selbst unterlassen, den Umstand für diese Ansicht zu verwerthen, ja nur zu erwähnen, dass die von mir beschriebenen Endzellen (Kölbchen) der Fühlernerven grosse Formähnlichkeit mit manchen Riechzellen von Wirbelthieren zeigen; weil ich überzeugt bin, dass in solchen Fällen auch die grösste morphologische Uebereinstimmung keinen Beweis abgeben kann.

Den Hauptwerth der V.'schen Arbeit finde ich jedoch in den physiologischen Experimenten, welche der Autor (p. 14) in exacterer Weise als Moquin-Tandon angestellt hat. Er thut, meiner Ansicht nach, völlig überzeugend dar, dass Schnecken mit erhaltenen Fühlern dieselben bei Näherung starkriechender Flüssigkeiten (Wein-

---

lung auf meine Fig. 1 und 2. Ich begreife kaum, wie die Beobachter hier lediglich von »drei bis vier Nerven, die vom Ganglion ausstrahlen«, reden konnten; und muss fast annehmen, dass sie nur die Züge gezählt haben, welche gerade in ihren Längsschnitt gefallen waren.

2) p. 13, wörtlich: »Hîc (bei den Gasteropoden) enim non minus quam in superioribus animalibus pituitosa reperitur membrana, in cavo quodam (?) extenta, in qua nervus multifariam dispertitus ad centrale organum ducit. Quapropter anatomiae legibus satis probatum (!) videtur, horum tentaculorum nodum olfactus sedem esse.«

geist, Petroleum, Terpentinöl) eilig bergen, dass sie auch noch nach Abschneiden der obern Fühler die Flüssigkeiten vermeiden, dass sie aber der obern und untern Fühler beraubt, blindlings in die Tropfen der Medien hineinkriechen. — Dieser Art der Beweisführung zolle ich die vollste Anerkennung.

Dagegen kann ich Alles, was V. für die Riechfunction der Fühler bei den Wassergasteropoden anführt, in das Reich der Phantasie oder der unbegründeten Hypothese verweisen. Der Fühlernerv ist dort, wie V. selbst zugiebt, sehr viel schwächer wie bei den Landschnecken; das Ganglion fehlt, die Nervenverästelung ist ähnlich wie ich sie auf Taf. XXVI von der Mantelzacke des Mytilus darstellte, und endigt, wie ich zeigte, in den hinreichend besprochenen Haarzellen — das Ganze hat gar keine Analogie mit dem eigenthümlichen Endapparat bei den Landpulmonaten. V. suchte für seine Ansicht hier die »Stacheln« zu verwerthen, welche von Claparède bei Neritina und von Leydig bei Lymnaeus an den Fühlern beschrieben waren, er sieht in ihnen Endorgane der Geruchsnerven, indem er sie mit den von Leydig früher an den Antennen der Crustaceen beschriebenen Gebilden [1]) in Analogie bringt. Nach Allem, was ich im Obigen und Früheren über Verbreitung und Geltung der haartragenden Zellen feststellen konnte, glaube ich nicht auf dies Beweismoment noch viel entgegnen zu brauchen. Wenn man nicht annehmen will, dass die ganze Oberfläche der Mollusken riecht, und dass diese Function bei ihnen die vorwiegende Sinnesfunction ist: so kann man die Haarbündel auch nicht als Riechhärchen betrachten, da sie überall am Körper und nur besonders häufig an den Fühlern vorkommen. — Ich habe schon früher darauf hingewiesen und betone nochmals, dass man die Wasserschnecken mit ihren Fühlern fortwährend und sehr angelegentlich — in ganz anderer Weise wie die Landpulmonaten — feste Gegenstände berühren und bestreichen sieht. Diesen Punct lässt V. unerwähnt; führt aber, als Beweis gegen eine feinere Tastfunction der Fühler, statt dessen die Beobachtung an (p. 20), dass Lymnäen »bei Berührung des Glases oder der Flüssigkeit, worin sie schwimmen, nicht immer sofort die Fühler einziehen« — das heisst doch wahrlich viel verlangt. Conjecturen, welche lediglich

---

1) Müll. Arch. 1857. p. 130.

auf dergleichen Raisonnements und auf sehr gezwungene anatomische Vergleiche gestützt werden, entziehen sich von selbst einer weiteren wissenschaftlichen Erörterung.

Schliesslich muss ich die einzige eigene histologische Angabe, die Vf. noch macht, ebenfalls bestreiten. Er findet (p. 19) gegenüber Claparède und mit Moquin-Tandon, dass die Fühler von Neritina fluviatilis »ciliis tecta« seien; ich habe früher (l. s. c. p. 130 Anm.) angegeben, dass sie flimmerlos sind. Die Sache ist insofern von Interesse und ich erwähne sie darum, weil Neritina und Ancylus von den bis jetzt darauf untersuchten Prosobranchiern wirklich die einzigen zu sein scheinen, die wimperlose Fühler tragen. Man könnte deshalb an individuelle oder geographische Verschiedenheiten denken, namentlich da am Fuss der Fühler, wie ich l. c. anführte, öfter kleine flimmernde Inseln vorkommen. Jedoch da mehr als 20 von mir untersuchte Neritinen, und zwar sowohl aus dem Süsswasser der Warnow wie aus dem Brackwasser an der Ostsee, sich hierin durchaus übereinstimmend verhielten, nämlich flimmerlos, mit völlig glattem Cuticularsaum; und da Claparède an anderem Beobachtungsort zu eben demselben Resultate gekommen ist, so muss ich meine Angabe durchaus aufrecht halten.

Amsterdam, den 2. März 1870.

Erklärung der Taf. XXV u. XXVI.

Fig. 1 bis 10. (Fühler von Helix pomatia und nemoralis) bedeuten die Buchstaben:

M. R. — Musculus Retractor.
N. m. — Nervenmasse des Ganglion.
G. s. — Ganglienstratum desselben.
V. E. — Vorderes (Nerven-) Epithel.
O. — Auge.
N. — Fühlernerv.
H. — Fühlerraum.

1. Grosser Fühler von Helix pomatia, Längsschnitt, quer gegen die Augenfurche.

m. Längsmuskeln der Fühlerhaut, mq. Ringmuskeln derselben im Querschnitt; e. Epithel derselben. z körnige Zellen (s. pag. 444) z, Bindesubstanz mit grossen, hellen Zellen um den Nerven (pag. 445); das übrige Bindegewebe zwischen Nerv und Muskel (pag. 13) ist nicht mit angegeben.

c Cornea, l Lager der Nervenmasse. — Osmiumpräparat. Hartnack IV, 1 eing. Tubus.

Fig. 2. Querschnitt durch den Fühlerknopf, etwa in der Richtung des Pfeils in Fig. 1. Bezeichnungen w. o. Von dem Hülsenmuskel sieht man nur den Querschnitt des Ansatzes am Auge, und einzelne zwischen der Ganglienmasse durchstrahlende Züge. Von der Mächtigkeit der Letzteren kann die Figur den besten Begriff geben. — Osmiumpräparat.

3. Schema des halbeingestülpten Fühlers (Vgl. pag. 441) im Längsschnitt.

4. Schema des Fühlerbaues nach Bronn und Keferstein (vgl. pag. 440). Die Querstriche bei v geben die Verwachsung an, welche nach diesen Angaben zwischen der »zurückgestülpten« und der äusseren Haut existiren soll.

5. Vorderes Epithel und Ganglienstratum, Osmiumpräparat, Hartn. IX à im. 3. (vgl. pag. 448). Zwischen den zu dunkeln Strängen geschrumpften Cylinderzellen 4 Becher (b b), zwei mit, einer ohne Kern, einer mit körnigem Inhalt. Zwischen je zwei Cylindern stellen sich die Kölbchen meist nur als Schattenstriche dar, am Rande bei k sind einige herausgesplittert. Ihnen entsprechend bei hh glänzende Striche durch den sehr stark. gestreiften Cuticularsaum cu. r das pigmentirte und durch die Osmiumsäure durchweg dunkelgefärbte spongiose Bindegewebsnetz, g spindelförmige Ganglienzellen, n Nervenfasern zwischen das Epithel laufend, m subepitheliale Muskeln.

6. Durch Maceration (Kal. bichrom. 2% 1 Th., Jodserum 9 Th., 5 Tage) dargestellte Endkölbchen vom grossen Fühler von Helix nemoralis, b wahrscheinlich eingerissener Mantel einer Becherzelle. Im Gewebe sieht man das pigmentirte Zellennetz. X à imm. 1.

7. Helix pomatia. Durch einen feinen Flachschnitt ist die äusserste Kappe des Fühlerknopfs abgetragen, im rechten Theil nur der Cuticularsaum, im linken die obersten Theile der Cylinderzellen mit gefasst (vgl. pag. 449), b Becherlumina, e Querschnitte von Cylinderzellen durchschimmernd h optische Querschnitte der Kölbchenenden. Die feinste Punctirung entspricht der Streifung des Cuticularsaums. IX à imm. 3. — Osmium.

8. Isolirte Cylinderzellen aus dem vordern Epithel mit sehr stark streifigem Cuticularsaum. b eine verunstaltete Becherzelle, k ansitzende und frei herumschwimmende Kölbchen, g anhängende Ganglienzelle. Osmium-Chromkali. IX à imm. 1.

9. Ganglienzelle, a aus dem mehr centralen, b, c, d aus dem peripherischen Theil des Ganglion. a, b, c Osmium-Chromkali, d Jodserum. IX à imm. 3.

10. Aus der Peripherie des Fühlerganglion, nm die sehr feinstreifige und körnige Nervenmasse, gs Ganglienzellen z. Th. mit erhaltenen Ausläufern. IX à imm. 1. Osmium-Chromkali.

11. Die Hälfte eines Querschnittes durch den Stiel des kleinen Fühlers von Helix pomatia, etwas vor der Mitte, Kali bichrom. — e Cylinderepithel,

bei e' herausgesplittert, h Haarzellen, f Farbdrüsenzellen, m Muskeln im Quer-, m' im Schräg- und Längsschnitt, dicht unter dem Epithel einige Kreiszüge, z grosse körnige Zellen mit ihren bis zum Epithel sich hinziehenden Ausläufern (vgl. pag. 453). VII. 1, eingeschobener Tubus.

Fig. 12. Schnitt aus der Rückenhaut von Helix pomatia. c Cylinderzellen, h Haarzellen, b Schleimbecher, f. Farbbecher, d grosse Bindegewebszellen in Schleimdrüsenzellen umgewandelt (vgl. Anhang pag. 464), z grössere körnige Zellen, z' sogen. »freie Kerne«, kleine Zellen in den Maschen des Bindegewebsnetzes; m Muskeln, qm Querschnitte von solchen. IX à imm. 3.

13. Schnitt aus derselben Gegend, 4 Haarzellen mit Längsstreifung, 2 etwas verstümmelte Schleimbecher in Schleimzellen übergehend. XII à imm. 1. Bez. wie in der vor. Figur.

14. Schematischer Querschnitt des hinteren Mantelrandes von Mytilus edulis mit seiner Nervenausbreitung n (vgl. pag. 455), i innere, a äussere Mantelfläche, z innerste am weitesten vorspringende, z' äussere kleinere Zacken, l am Schalenrande befestigter Saum. d Einzellige Drüsen der inneren Mantelfläche. 8fache Linearvgr.

15. Ebensolcher Schnitt durch eine Zacke (z vorige Fig.), Goldpräparat (vgl. pag. 455). Nerven der Zacke, N Hauptstamm, bei e sitzengebliebenes Epithel, m Muskeln nur durch Längsstriche angedeutet, d Drüsenzellen. VII. 1 eing. Tub.

16. Ebensolcher Schnitt, Osmium 2 p. c., in Kal bichrom. 5 p. c. 5 Monate aufbewahrt. Epithel mit erhaltenen Wimpern und Haarbündeln h, bei b Becherzellen, n Nerven, d Drüsenzellenschicht, einzelne derselben in Becherzellen zu verfolgen.

17. Feiner Schnitt durch das Epithel einer der kleinen Zacken an der Aussenseite des Mantelrandes, von ebensolchem Präparat. h Haarbündel der Pinselzellen, n Nerven zu diesen laufend, m Muskeln, z grosse Zellen in den Maschen der Bindesubstanz. XII à imm. 1.

18. Spongiöses Bindegewebe aus dem Mantel von Mytilus edulis. Osmium (vgl. pag. 463); die grossen Zellen in den Maschen sind graugefärbt und etwas geschrumpft, alle Kerne dunkel. m Muskeln. VII, 1.

19. Ebensolches, muskelloses Bindegewebe aus einem Kiemenstab der Muschel, lebend. Die grossen Zellen füllen hier die Maschen ganz, sind blass und kaum sichtbar, nur die Kerne deutlich. Tieferliegende Balken und Zellen mit blasseren Strichen angedeutet. VII, 1.

20. Fältchen von der Siphopapille von Cardium edule, frisch. Die nur wenig vorragenden Härchen der Pinselzellen h sind einzeln durch den hellen Cuticularsaum und weiter zwischen die Cylinderzellen zu verfolgen. VII, 3.

Das gelbe Pigment in den Cylinderepithelien ist überall schwarz gezeichnet.

Untersuchungen über die Structur der Zellwand in der Gattung Pleurosigma.

Von

I. H. L. Flögel.

Hierzu Taf. XXVII.

In einem Aufsatze »über optische Erscheinungen an Diatomeen«[1]) habe ich nachgewiesen, dass die Streifung der Zellwand dieser Organismen die Erscheinung eines Gitterspectrums hervorruft, sobald ein Lichtbündel von hinreichender Intensität die Wand in bestimmter Richtung durchläuft, dass man aus dem Auftreten der Spectralfarbe die mittlere Streifendistanz berechnen kann und dass man bei einigen sehr feingestreiften Arten mittelst dieser Methode vielleicht genauere Resultate erzielen kann, als durch directe Messung des mikroskopischen Bildes. Ich habe gleichzeitig darauf aufmerksam gemacht, dass bei Pleurosigma angulatum nicht bei allen Richtungen des einfallenden Lichtstrahles gleiche Winkelwerthe erhalten werden und eine Erklärung dieses Vorganges in der Verzögerung der Lichtstrahlen, die sie in der Kieselsubstanz der Zellwand erleiden, gesucht. Dabei nahm ich nach innen vorspringende Leisten — Verdickungsschichten — der Zellwand an, welche zwischen sich verdünnte Lücken — Poren oder kurze Porencanäle — einschliessen.

Neuerdings habe ich bei weiterer Verfolgung dieser Studien zwar im Allgemeinen eine Bestätigung des Vorhandenseins von Vor-

---

1) Bot. Zeitung 1869. Nr. 43—45.

sprüngen auf der Innenseite der Pleurosigmenschalen erhalten, dabei aber verschiedene weitergehende Resultate gewonnen, deren Mittheilung hier gestattet sein möge. Vorzugsweise sind dabei Pleurosigma angulatum und balticum benutzt.

Meine Ergebnisse mögen nach den angewandten Untersuchungsmethoden abgetheilt werden. Ich spreche daher 1) von dem Befunde, den feine Querschnitte geben; 2) von den Abdrücken der Diatomeenschalen; 3) von der Benutzung des reflectirten Lichtes; 4) von den Polarisationserscheinungen.

1. Querschnitte von Pleurosigma.

Herrn Prof. de Bary verdanke ich die Anregung zur Inangriffnahme dieser Methode, von der ich mir anfangs wenig versprach. Die erhaltenen Schnitte wurden in Wasser oder in Balsam liegend untersucht. Wasser als umgebendes Medium lässt zuweilen etwas mehr ins Detail eindringen; ich verstehe im Folgenden immer, wenn nicht etwas Anderes erwähnt ist, Wasser als Zusatzflüssigkeit.

Im Interesse Desjenigen, der etwa meine Untersuchungen controliren will, bemerke ich zunächst über mein Verfahren Folgendes. Eine Quantität Pleurosigmen wird auf die bekannte Art in Gummi arabicum eingeschlossen. Zusatz von Glycerin zu letzterem erwies sich nicht als vortheilhaft, weil das Gummi nicht mehr hart genug bleibt, um zarte Schnitte durch dasselbe führen zu können. Das Schneiden vollführe ich auf dem Tische eines Präparirmikroskops, sammele die Schnitte auf der Schneide des Rasirmessers auf, und breite eine Anzahl derselben auf dem (trocknen) Objectträger aus, die ich sodann mit einem Deckglas bedecke. Das Einbringen der Schnitte in einen Wassertropfen ist hier nicht ausführbar, da sie in demselben verschwinden würden. Um diesem Uebelstande zu begegnen, stelle ich die trocknen Schnitte bei 150—200mal. Vergr. ein, und setze nun am Rande des Deckglases Wasser in sehr kleinen Portionen zu. Dennoch sind die entstehenden Strömungen meist so gewaltig, dass die Schnitte nach der Auflösung des Gummi zerbröckeln oder weit von einander gespült werden. Am erfolgreichsten habe ich dies dadurch bekämpft, dass ich den Objectträger und das Deckglas vorher mit einem nicht ganz reinen Tuch abwischte; dadurch bildet sich eine unmerkbare, dem mikroskopischen Sehen nicht hinderliche Fettschicht auf beiden. Das zwischen die Gläser dringende Wasser lässt nun unzählige Luftlücken zwischen den freien

Strömen; die kleinen Schnitte stranden an diesen und häufig bleibt eine grosse Zahl an der Stelle liegen, wo vorher der Gummispan lag. Ist das Wasser zur Ruhe gekommen, so setzt man die stärkste Vergrösserung auf. Die Operation des Schneidens vollführt man am besten bei Sonnenschein, weil zarte Gummischnitte sonst leicht aus dem Hauch des Beobachters Wasser aufnehmen und ankleben. Schnitte von grösserer Dicke als 1 Mikromillimeter sind ziemlich unnütz. Soll das Präparat aufbewahrt werden, so behandelt man die Schnitte ebenso, lässt aber statt des Wassers eine dünne Balsamlösung unter das Deckglas treten.

Das Untersuchungsmaterial stammt theils aus dem Flensburger Hafen, theils von der französischen Küste. Beide Aufsammlungen zeigen ein sehr verschiedenes Verhalten. Ich nenne die erstern kurz: Flensburger Pleurosigmen, letztere französische. Damit ist zugleich gesagt, dass die an den ersteren gemachten Beobachtungen sich auf mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali gekochte Pleurosigmen beziehen, während ich die französischen frisch (in Alkohol) erhielt, und sowohl vor als nach dem Kochen mit dem gedachten Gemisch untersucht habe.

I. Die Flensburger Pleurosigmen (P. angulatum) haben eine so zarte Zeichnung, dass ich an einem trüben Wintertage bei centrischer Beleuchtung, wenn sie in Wasser liegen, kaum etwas von derselben erkennen kann. Die Streifendistanz beträgt nur 0,48 bis 0,49 μ. Die Schalen sind durch das Kochen von den sie verbindenden Ringen isolirt, und daher — bis auf das Glühen — in dem Zustande, worin man sie zur Darstellung der käuflichen Präparate verwendet. Die Schärfe der Zeichnung scheint auch durch dies Glühen nur wenig vermehrt zu werden. Der Querschnitt durch eine solche Schale hat im Allgemeinen die Gestalt der beim Druck von Tabellen etc. gebräuchlichen Klammer (Fig. 1). Man kann an dieser Form einen Schnitt von P. angulatum nicht nur sofort von den Schnitten anderer Diatomeen unterscheiden, sondern man erkennt auch ohne Weiteres, was Innen- und was Aussenseite der Schale ist. In der Mitte springt nach aussen eine Knickung vor, in deren Winkel die Mittelrippe liegt; die beiden Ränder krümmen sich dagegen nach innen. Die an der Mittelrippe geknickte Linie ist der Ausdruck einer, wie ein liegendes, flaches, dreiseitiges Prisma auf der ganzen Länge der Schale über das Niveau der Umgebung vorragenden Erhebung; ich nenne Kielflächen die Theile der

Membran, welche diese Erhebung bilden, und beiderseits ohne weitere Scheidung in die flachen Theile der Membran übergehen. Der Winkel, welchen die beiden Kielflächen mit einander machen, ist an den verschiedenen Stellen der Schale ziemlich verschieden. Ebenso ändert sich die Abwärtskrümmung der Ränder nach den Enden der Schale. Hierdurch bedingt sich eine Formverschiedenheit der Querschnitte je nach der Stelle, von welcher sie genommen sind. Wir haben in der beschriebenen Gestalt der Querschnitte zugleich eine Erklärung der bekannten Thatsache, dass weniger gute Objective bei centrischer Beleuchtung immer die Sechseckzeichnung in den Randpartien und in der Gegend der Mittelrippe schärfer hervortreten lassen, als auf der eigentlichen Fläche, oder sie in jenen schon zeigen, wenn man sie in dieser nicht sieht. Es wirkt eben bei jenen das schiefe Licht, weil die Membranflächen gegen den einfallenden Strahl geneigt liegen.

Die feinste Structur der Membran hat sich als ein System von sich kreuzenden Fasern zu erkennen gegeben, einem Drahtnetz nicht unähnlich, in dem die Drähte sich unter einem Winkel von etwas weniger als 60° schneiden. Um diese Faserstructur zu sehen, braucht man gröbere Querschnitte, bei denen aber die Richtung des Schnittes nicht senkrecht auf der Mittelrippe stehen, sondern möglichst mit der einen Längsstreifung parallel sein muss. In solchen Fällen wird durch den Schnitt in der anderen Längsstreifung der Zusammenhang so erschüttert, dass die einzelnen Fasern sich von einander auf längeren Strecken lösen, und wie Fransen — meistens gekrümmt — am Rande des Schnittes vorragen (Fig. 2. a). Die Trennung erfolgt stets in der Reihe der Poren. Kommt es nicht zu einer wirklichen Zerfaserung, so zeigen sich in solchen erschütterten Schnitten zahlreiche Risse in Zickzackform, immer parallel den Längsstreifungen (Fig. 3). Niemals bricht die Membran in der Querrichtung; hierzu wäre eine Trennung gerade in den Kreuzungsstellen der Fasern nöthig, wo die Cohäsion besonders gross zu sein scheint.

Die Gestalt der Fasern, von der Fläche der Membran aus betrachtet, liess sich an solchen Zerfaserungsproducten ziemlich genau feststellen. Bei günstiger Beleuchtung sieht man die im Uebrigen lineare Faser in den bekannten Entfernungen knotenartig verdickt (Fig. 4). Sie ist dann mit den Bildern zu vergleichen, welche man früher von den Muskelfibrillen zu entwerfen pflegte.

Die Breite einer Faser lässt sich nur noch schätzen, da wir hier an der Grenze der mikroskopischen Messungen stehen. Ich taxire sie um ein Geringes grösser als die Breite der Zwischenräume, also etwa zu 0,3 μ, die Poren zu 0,2 μ. In den Puncten, wo sie sich mit den Fasern des kreuzenden Systems verbindet, wo also die knotenartigen Verdickungen liegen, beträgt die Dicke 0,5 μ. Unter den günstigsten Verhältnissen kann man auch an der einzelnen Faser die schiefe Richtung dieser knotenartigen Verbreitungen noch wahrnehmen (Fig. 4). Jede isolirte Faser erscheint (in Wasser) bei scharfer Einstellung zartgrau (viel zarter natürlich als meine Zeichnung); beim Heben des Tubus sieht man, dass über ihr eine kaustische Linie mit verdickten Lichtknoten liegt.

Die Dicke der Membran ist schwer genau zu messen. An den zartesten Schnitten habe ich — wenn sie in Wasser lagen — bei 2000mal. Vergrösserung meistens 0,6 μ gefunden; bei etwas dickeren Schnitten kommt man leicht auf 0,7 μ. Ich erachte das letztere Resultat für weniger richtig, und erinnere überhaupt daran, dass gegenwärtig bei Messungen die erste Decimale des Mikromillimeters um wenigstens 2 Einheiten unsicher bleibt. Unter dieser Dicke verstehe ich die grösste senkrechte Distanz von der einen Fläche zur andern. Da Wasser das Licht schwächer bricht, so messe ich bei scharfer Einstellung nur die Breite der zartgrau erscheinenden Parthie, nicht die beiderseits auftretende hellere (s. g. Diffractions-) Linie eingeschlossen. Hiermit übereinstimmende Resultate erhalte ich an zarten, mit dem Gummischollen in Balsam eingeschlossenen Schnitten. Gummi bricht das Licht stärker als die Schnitte; wird so eingestellt, dass der Schnitt um ein Minimum heller als die Umgebung erscheint (nicht bis zur virtuellen Brennlinie), so erhalte ich für die Breite des helleren Bildes ebenfalls kaum 0,6 μ. Aus manchen, unten weiter besprochenen Umständen möchte ich indess schliessen, dass auch diese Zahl noch zu gross ist. Differenzen in dieser Dicke in den verschiedenen Theilen eines Schnittes oder an verschiedenen Stellen der Schale habe ich nicht wahrgenommen (abgesehen von der Mittelrippe). — Die gelungensten Querschnitte lassen erkennen, dass die beiderseitige Grenze nicht glatt, sondern wellig gebogen ist (Fig. 5 und 6). Schnitte, die im Gummi und Balsam liegen, sind hierzu untauglich, selbst bei grösster Feinheit; sie zeigen aber ein bemerkenswerthes Verhalten bei Tubusverschiebungen. Hat man sie scharf eingestellt, so erscheinen sie als 0,6 μ

breite Linien, beiderseits mit ganz glatter Begrenzung. Senkt man den Tubus ein wenig, so tritt in der Mitte eine perlschnurförmige Linie auf, ganz wie Fig. 2 oder 4, die beiderseits von sehr hellen Lichtlinien begrenzt ist. Letztere bleiben aber in ihrer äusseren Begrenzung wiederum glatt. Nimmt man indess in Wasser liegende Schnitte zu dieser Untersuchung, so überzeugt man sich von dem Vorhandensein dickerer und dünnerer Stellen der Membran. An einem der besten Schnitte sah ich (Fig. 7) die Querschnitte der einzelnen Fasern (vielleicht richtiger die ihrer Kreuzungsstellen) als kleine Ovale mit dem langen Durchmesser von kaum mehr als 0,5 μ in der Richtung senkrecht zur Membranfläche. Den kurzen Durchmesser schätze ich auch hier zu 0,3 μ. Es wollte mir bei diesen minutiösen Grössenverhältnissen nicht gelingen zu entscheiden, ob die Verdickung auf der Innen- oder Aussenseite der Schale grösser ist; ich verweise deshalb auf das unten über die Abdrücke Gesagte. So viel aber kann man an den Schnitten feststellen, dass sich weder aussen noch innen scharf keilartige Verdickungsleisten vorfinden, dass vielmehr die Erhebungen nur schwach wellenförmig begrenzt sind. Die dünneren Stellen, welche wir trotz dieses Befundes Poren nennen dürfen, können meiner Schätzung nach nur höchstens 0,2 μ dünner sein, als die dickeren. Wären sie erheblich dünner, so würde bei den in Gummi liegenden Schnitten das in diese kurzen Kanäle eingedrungene Gummi sich als einspringende Zacken verrathen müssen, was, wie bemerkt, durchaus nicht geschieht.

Die Form der einzelnen Faser, die sie von der Seite gesehen zeigt, konnte einigermassen an solchen Zerfaserungsproducten studirt werden, bei denen die Ablösung einzelner Fibrillen noch weiter gediehen war, als Fig. 2 a. Solche Fibrillen krümmen sich oft, oder man kann durch gelinden Druck Störungen im Wasser erregen, wodurch der Schnitt aufrecht zu stehen kommt, die halb abgetrennte Faser aber ausser seiner Ebene bleibt und eine seitliche Betrachtung gestattet. Ich sehe solche Fasern (Fig. 8) ebenfalls im Allgemeinen 0,5 μ breit, in gleicher Entfernung mit knotenartigen Verdunkelungen, die ebenso gut von den Ansatzstellen der Fasern des kreuzenden Systems herrühren können, als von einer wirklichen Verbreiterung in der Richtung senkrecht zur Membranfläche. Wenn man desungeachtet unter den günstigsten Verhältnissen eine solche, freilich sehr geringe Verbreiterung wahrnimmt, so lässt sich ande-

rerseits doch so viel aussagen, dass diese Verbreiterung nicht das Doppelte der Breite der Zwischenräume beträgt. Wenn wir also die Structur mit einem Drahtnetz vergleichen wollen, so ist dagegen zu erinnern, dass an den Kreuzungsstellen der Fasern kein Uebereinanderlegen derselben vorkommt, sondern ein gegenseitiges Durchdringen ohne erhebliche Dickenzunahme.

Nach dieser Beschreibung der Structur, wie sie die Fläche der Pleurosigmen zeigt, wende ich mich zur Untersuchung der Mittelrippe und ihrer Umgebung. Ueber die Kielflächen ist nichts weiter zu bemerken, als dass der Winkel, welchen sie mit einander bilden, veränderlich ist. In der Gegend des Mittelknotens ist dieser sehr gross, wohl bis 150°; nach den Enden hin verkleinert er sich mehr und mehr. An der Mehrzahl der Schnitte sieht man beiläufig 120°. In der Nähe der Enden wird er auf 90°, vielleicht auf noch weniger, reducirt. Zugleich ist dort die senkrechte Erhebung des Kiels über das Niveau der Fläche grösser.

Von dem Mittelknoten habe ich keine brauchbaren Bilder gewonnen; seine Beschaffenheit erläutert sich besser an den Abdrücken. Die Mittelrippe ist bei Pleurosigma angulatum eine schwach verdickte Leiste — keine Rille, wie an einigen anderen Diatomeen. Die Verdickung ist so unbedeutend, dass sie an manchen Schnitten in der That nicht wahrzunehmen ist. Namentlich gilt dies von den aus der Mitte der Schale genommenen Schnitten. Die Rippe präsentirt sich im Schnitt als ein kleines Oval, dessen langer Durchmesser in der Richtung der Membranfläche liegt und etwa = 0,7 μ gesetzt werden kann (Fig. 5). Weiter nach den Enden hin ragt diese Leiste aber sehr deutlich vor, und zwar n u r nach i n n e n (Fig. 9); der Schnitt ist hier mehr kreisförmig. Nirgends habe ich etwas von einer etwaigen Durchbohrung der Rippe bemerkt; in allen Schnitten gab sie sich vielmehr als solide Verdickungsfaser zu erkennen. Nur ist es bemerkbar, dass in manchen Schnitten — namentlich gegen die Enden hin — eine Höhlung auftritt (Fig. 10). Dieselbe ist der Ausdruck einer Rinne, ich nenne diese die R ü c k e n f u r c h e, da sie, wie die Abdrücke zeigen, ganz regelmässig gegen die Enden hin auftritt.

Ich komme nun zu einer sehr merkwürdigen Erscheinung, die meines Wissens bisher von keinem Mikroskopiker beschrieben und auch in den zahlreichen Abbildungen von Pleurosigma nicht dargestellt ist, obwohl man sie auch beim Anblick von der Fläche

sehen kann. Es sind dies zwei porenlose Streifen, welche jederseits die Mittelrippe begrenzen. Ich bin mit denselben erst auf Umwegen bekannt geworden, da ich die an den gewöhnlichen käuflichen Präparaten gesehene hellere Linie auf jeder Seite der Rippe für nichts weiter, als die bekannte Interferenzerscheinung hielt, die man am Rande kleiner Körper zu sehen gewohnt ist. Wenn man Pleurosigmenschalen in einen Tropfen destillirten Wassers bringt und dieses verdunsten lässt, so bleiben sie am Glase hängen. Das gewöhnliche destillirte Wasser hinterlässt bekanntlich einen sehr geringen Rückstand, mittelst dessen man die Stelle eines solchen verdunsteten Tropfens wieder erkennt. Dieser Rückstand besteht in unmessbar kleinen Pünctchen, die man ohne Ordnung auf den Pleurosigmenschalen zerstreut sieht, oder in einer anscheinend klebrigen Masse, die irgendwo die Schale mit dem Objectträger verbindet (am Rande des Tropfens sie sogar oft ganz einhüllt). Nun fällt es auf, dass jene Pünctchen sich niemals unmittelbar an die Mittelrippe legen, sondern jederseits in einer Reihe in geringer Distanz von der Rippe sich ordnen. Es kann also die hellere Linie auf jeder Seite der Rippe, die diese Pünctchen von der Rippe trennt, nicht eine optische Täuschung sein, sondern muss ihre Entstehung einer besonderen Beschaffenheit der Oberfläche verdanken. Die genauere Betrachtung der beiden schmalen Streifen lehrt, dass die Membran hier die Sechseckzeichnung nicht besitzt, sondern ganz glatt ist. Es lag nahe, hier unverdicke Partien zu vermuthen und wirklich werden wir uns bei anderen Pleurosigmen hiermit zu beschäftigen haben, die vorliegenden Flensburger haben mir indess auf dem Querschnitt für eine solche Annahme keinen sicheren Anhalt gegeben. Bemerkenswerth ist, dass die Schale (trocken liegend) bei Anwendung eines gelinden Druckes in diesen glatten Streifen sehr leicht zerspringt. An solchen Sprengungsproducten ist mir gelegentlich auch der Fall begegnet, dass der Riss unmittelbar an der Rippe erfolgte, der porenlose Streifen also an dem Flächentheil sitzen blieb, dann sieht man die Pünctchen des Wasserrückstandes in geringer Entfernung vom Rande. Man bemerkt die porenlosen Streifen in gleicher Deutlichkeit bei der Flächen-Ansicht auch dann, wenn man die Schalen in ein Medium von nahezu gleichem Brechungsexponenten bringt. Bei der Ansicht von der Fläche messe ich die Breite der Mittelrippe einschliesslich beider porenlosen Streifen auf 1,3—1,5 μ; rechnet man hiervon die Breite der Rippe

mit 0,7—0,8 μ ab, so bleibt für jeden der glatten Streifen 0,3 bis 0,4 μ. Der Querschnitt (Fig. 10) lehrt, dass diese Streifen sich auf der Höhe des Kiels befinden, was namentlich dann deutlich wird, wenn man Schnitte aus der Endgegend nimmt. Der Kiel wird zweischneidig durch das Vorspringen dieser Streifen, wenn er die oben erwähnte Rückenfurche besitzt.

II. Die französischen Pleurosigmen, welche mir zu Gebote standen, bestehen aus einer Aufsammlung, die Pleurosigma angulatum und balticum in ziemlich gleicher Zahl enthält, ausserdem einige kleinere Arten in vereinzelten Exemplaren, die bei den Querschnittversuchen nicht stören. Schnitte von P. angulatum und P. balticum verwechselt man nicht, da sich ausser manchen anderen Kennzeichen bei letzterer sogleich das Fehlen des Kiels als Unterscheidungsmerkmal markirt.

Ich beginne mit P. angulatum. Die Sechseckzeichnung ist auf diesen Exemplaren (die neuerdings von Möller in Wedel als Probeobjecte ausgegeben werden) mit einer Deutlichkeit ausgeprägt, wie sie bis dahin mir nicht vorgekommen war. Schon ganz schwache Objective geben die Streifung bei schrägem Licht her; Immersionssysteme lassen auch bei der schlechtesten Beleuchtung die Fläche schön wabenartig erscheinen, das Object mag trocken oder in beliebigen Flüssigkeiten liegen. Die mit der Längsrichtung parallelen Seiten der Sechsecke sind hier nicht breiter als die anderen, die Dimensionen der Sechsecke nach allen 3 Richtungen gleich. Die Distanz der Schrägstreifen beträgt im Mittel 0,55 μ.

Die unverletzten, in Alkohol aufbewahrten und noch mit dem Chlorophyll versehenen Exemplare geben im Querschnitt das Bild von Fig. 11. Die beiden Schalen, welche man in den Probeplatten isolirt vor sich hat, sind hier durch den Ring verbunden, unter welchem bekanntlich die Theilung eingeleitet wird. In der allgemeinen Gestalt des Querschnittes einer Schale sieht man keine Abweichung von den oben beschriebenen Flensburger Pleurosigmen.

Desto auffälliger ist hier die auf den ersten Blick ganz abweichend erscheinende feinere Structur. Schon mit 3—400mal. Vergrösserung sieht man eine Verdoppelung der Zellhaut. Als mir die ersten Querschnitte vor Augen kamen, dachte ich in der That zunächst an einen zufälligen Theilungszustand, oder an die Abscheidung einer neuen Membran unter der alten, oder endlich an eine

von I. Lüders[1]) behauptete Structur der Diatomeenzellwand, wornach aussen auf der eigentlichen Zellwand die Kieselschale mit ihrer Sculptur liegen soll. Genauere Untersuchung von Hunderten guter (oder selbst nur sehr mittelmässiger) Querschnitte zeigte mir bald, dass von alledem nichts stattfindet. Die Verdoppelung der Membran ist eine nicht bloss bei allen Exemplaren von P. angulatum, sondern ganz ebenso bei P. balticum vorkommende Erscheinung. Allein es handelt sich hier nicht einfach um 2 an einander liegende Membranen, wie etwa die primäre und secundäre Wand einer Holzzelle, sondern um weit complicirtere Verhältnisse. Zunächst sieht man, dass die beiden Membranen sowohl am Rande der Schale (den Enden des Querschnittes) als in der Mitte verbunden sind und an diesen Stellen überhaupt nur von einer einzigen Membran gesprochen werden kann. Dann aber sind die Membranen durch eine Anzahl Stützen mit einander verknüpft, die um die Distanz der Streifung von einander entfernt sind. Diese Stützen sind am längsten in einer Gegend, die etwa zwei Drittheile des Weges von der Mittelrippe zum Rande von ersterer absteht; hier ist also die Entfernung der beiden Membranen am bedeutendsten und nimmt von da beiderseits ab.

Ich ziehe es vor, hier die Beschreibung von P. angulatum abzubrechen und zunächst von P. balticum zu reden, das ganz dieselbe Beschaffenheit im Querschnitt zeigt, nur in etwas grösseren Dimensionen. Fig. 13 stellt einen senkrecht zur Mittelrippe geführten Durchschnitt dieser Diatomee dar. Die Mittelrippe (m) hat hier eine sehr ansehnliche Stärke. Daneben findet sich constant (soweit ich ermittelt habe) eine zweite Leiste, die Nebenrippe heissen mag (n). Dieselbe scheint immer in der gegenüberliegenden Schale auf der anderen Seite zu liegen. Auch hier haben wir porenlose Streifen und es überrascht die geringe Dicke der Membran in denselben. Namentlich ist es der eine — der von der Nebenrippe abgewendete — Streifen, in dem die Membran nur etwas mehr als der dritte Theil ihrer sonstigen Stärke dick ist. Dagegen ist sie in dem zwischen der Haupt- und Nebenrippe befindlichen Streifen viel dicker. Die Rückenfurche der Mittelrippe ist wenig ausgesprochen und leicht zu übersehen.

Im Uebrigen nimmt hier die Dicke der Schale von der Mittelrippe aus sehr gleichmässig ab. Die grösste Dicke kann auf 1,8 μ,

1) Bot. Zeitung 1862. S. 41 ff.

die geringste auf 0,6 μ gerechnet werden; doch scheinen hier individuelle Schwankungen (vielleicht auch entwickelungsgeschichtliche Verschiedenheiten) vorzukommen. Die Verdoppelung der Membran beginnt bei den porenlosen Streifen und geht nicht ganz bis zum Rande, wo (wenigstens scheinbar) wieder nur eine einfache Membran vorhanden ist. Meine Zeichnung kann in diesem Puncte das mikroskopische Bild nur sehr unvollkommen ersetzen; man sieht in letzterem durch Tubusverschiebung diese Verdoppelung weit mehr ausgesprochen. Fig. 14 giebt noch ein grösseres Bild nach einem in Wasser liegenden höchst zarten Schnitte. Beide Membranen werden nun durch Stützen in der oben schon angedeuteten Weise auseinander gehalten; die länglich runden Zwischenräume füllen sich mit der Zusatzflüssigkeit. Man bemerkt an recht guten Querschnitten, dass die innere Membran auf der Innenseite schwach wellenförmige Erhebungen besitzt, und zwar ist immer unter jeder Stütze eine Erhebung, unter dem Zwischenraum eine Senkung (Pore). Auf der Aussenseite der äusseren Membran ist dergleichen nicht wahrzunehmen oder bleibt mindestens zweideutig. Es fragt sich nun: was sind diese Stützen? Offenbar sind 3 Fälle möglich:

1) können es freistehende Säulen sein, d. h. also, es kann der Zwischenraum zwischen beiden Membranen ein continuirlicher sein;

2) können der Länge nach Scheidewände in diesem Zwischenraum existiren, die sich auf dem Querschnitt als Verbindungslinien projiciren müssten;

3) können sowohl Längs- als Querwände vorhanden sein, die sich rechtwinklich schneiden und ein System von Kammern zwischen den Membranen herstellen, so dass jede Kammer, wie eine Zelle, für sich abgeschlossen ist.

Ich habe viele Mühe auf die Beantwortung dieser Frage verwandt und glaube jetzt, dass man sie im Sinne der dritten Annahme entscheiden muss. Hier werden noch Forschungen an anderen Arten den Ausschlag geben müssen. Einstweilen nenne ich Kammern die in den Zeichnungen zu erkennenden ovalen Zwischenräume zwischen den Stützen und nehme an, dass die einzelnen Kammern keine Verbindungen mit einander haben. Meine Gründe sind folgende:

1) Beim Anblick von der Fläche sieht man bekanntlich die Puncte (welche von den Kreuzungsstellen der Scheidewände herrühren) durch Linien verbunden. Diese Linien halte ich für die

Scheidewände der Kammern. Hiergegen lässt sich einwenden, dass die Leistensculptur auf der Innenseite (vgl. Abdrücke) ebensolche Linien hervorbringen kann, wogegen aber zu erwidern ist, dass die Linien dann viel zarter sein müssten. Man braucht zu dem Ende nur den Abdruck mit der trocken liegenden Diatomee zu vergleichen, um sich von der grossen Verschiedenheit zu überzeugen.

2) Wenn man einen dickeren, etwas schräger geführten Querschnitt bei Veränderung der Focaldistanz aufmerksam betrachtet, so sieht man die Stützen sich continuirlich seitlich verschieben, je nachdem man tiefer liegende Theile in den Focus bringt. Also ebenso wie man es an den schräge abwärts gehenden Zellwänden eines dicken Holzschnittes zu sehen gewohnt ist. Wären isolirte Säulen zwischen den Membranen, so müsste sich die Beleuchtung von Säule zu Säule umsetzen, oder jedenfalls doch Unruhe verrathen.

3) Längsschnitte, die mehr oder weniger genau parallel der Mittelrippe gehen, zeigen in der Gestalt und Anordnung der Stützen ganz dasselbe Bild wie der Querschnitt. Hierdurch wird die zweite Annahme ausgeschlossen, indem man sonst bei einem Längsschnitt, der nicht genau parallel der Rippe läuft, die Querschnitte der einzelnen Scheidewände in grossen Entfernungen von einander sehen müsste.

4) Jeder Schnitt, der erheblich grössere Breite der Schalen als Fig. 13 anzeigt, ist als schiefer Querschnitt anzusehen. Die Distanz der Säulen oder Scheidewände muss daher grösser werden; am grössten bei der Richtung des Schnittes um 45^0 gegen die Mittelrippe, nämlich $x\sqrt{2}$, wenn x die normale Entfernung auf dem graden Querschnitt ist. Eine solche Distanzzunahme ist auch wirklich zu beobachten. Ginge ein sehr feiner Querschnitt unter 45^0 gegen beide Scheidewandrichtungen, so würde aber, wenn der Schnitt nicht die Kreuzungsstellen sondern die Mitte zwischen ihnen trifft, eine Distanzabnahme bis zu $x\sqrt{1/2}$ erfolgen. Derartiges habe ich freilich nicht gesehen. Dennoch müsste bei recht guten Schnitten unter Annahme von Säulen doch der Fall sich ereignen können, dass das Messer auf Strecken von grösserer Länge als die Säulendistanz einmal nur durch die Membranen ginge, ohne Säulen zn treffen. Solche Bilder habe ich aber auch an den bessten Schnitten nicht erlangen können.

5) Die unmittelbare Anschauung lehrt, dass die Verbindungs-

stücke beiderseits verbreitert, in der Mitte verdünnt sind. Nehmen wir an, die Masse, woraus Membranen und Verbindungsstücke bestehen, habe in beiden annähernd gleiche Cohäsion, so würde bei einem Schnitte, wenn die beiden Membranen durch ein Klebmittel fixirt sind und nun Gewalt angewendet wird, das Zerbrechen doch wohl in der Mitte der Verbindungsstücke erfolgen müssen, wenn dies nur Säulen wären. Es ist mir in einigen Fällen gelungen, nachzuweisen, dass dies der grossen Regel nach nicht geschieht. Die durch längeres Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali isolirten Schalen geben auf Schnitten ganz dieselben Bilder, wie die ungekochten. Schnitte von solchen gekochten Pleurosigmen waren aufgerollt und wurden trocken mit einem Deckglas bedeckt, welches sie mehr oder weniger zerdrückte. Das später mit Balsam umgebene Präparat liefert an einer Stelle das interessante Bild eines zersprengten Querschnittes (Fig. 15). Der Riss r in dem Gummischollen g ist eine Strecke weit diesem Querschnitte gefolgt. Es sind Fetzen der äusseren Membran an dem oberen Theil sitzen geblieben; aber diese haben entweder die ganzen Verbindungsstücke oder gar nichts von ihnen behalten, im ersteren Falle anscheinend sogar Stücke der inneren Membran mit fortgerissen. In bemerkenswerther Weise erscheint rechts die äussere Membran zerrissen, die Verbindungsstücke gewaltsam schief gezogen, durch jene Zerreissung isolirt und dem Querschnitt einer Eisenbahnschiene vergleichbar. Ich glaube, dass man dieses Bild schwerlich anders deuten kann, als dass man hier die Bruchstücke von Kammerwandungen, und nicht unverletzte Säulen vor sich hat.

6) Bei vielem Hantiren mit den Pleurosigmen — Sprengen oder Pressen der Schalen, Bearbeitung mit Nadeln u. dgl. — würde doch wohl gelegentlich ein Fall vorkommen, in dem, wenn auch an einer ganz kleinen Randpartie, die eine Membran von der anderen abgelöst wäre, wenn die Verknüpfung nur mittelst Stäben geschähe. Das findet man aber ebenso wenig, als etwa ein Lebermoosblatt bei Zerreissungen die Membranen der Oberseite von denen der Unterseite getrennt sehen lässt, d. h. über den Raum einer Zelle hinaus.

Alles in Allem muss ich mich demnach für die Existenz abgeschlossener Kammern innerhalb der Schale aussprechen. Diese Kammern haben in der Mitte der Schale eine grössere Höhe, als ihre Länge und Breite beträgt; sie erscheinen eiförmig. Nach den

Rändern hin werden sie kugelig, vielleicht selbst linsenförmig zusammengedrückt, da die beiden Membranen nahezu dieselbe Dicke behalten, die sie in der Mitte besitzen. Das Genauere lässt sich übrigens in den Randgegenden nicht mehr erkennen.

Kehren wir nun zu P. angulatum zurück. Wir haben hier, nach dem Aussehen des bloss etwas kleineren Bildes zu schliessen, ganz dieselbe Structur. Nur leuchtet ein, dass man in der Deutung der Erscheinung bloss zwei Möglichkeiten hat: isolirte Säulen und allseitig geschlossene Kammern, weil die beiden Längsstreifungen keine verschiedene Beurtheilung gestatten. Ich glaube mich aus den für P. balticum angeführten Gründen, die zum Theil auch hier gelten, ebenfalls bei P. angulatum für Kammern entscheiden zu müssen, die von sich schiefwinklig kreuzenden Scheidewänden begrenzt sind.

Versuchen wir, diese Structur mit der oben beschriebenen Beschaffenheit der Flensburger Pleurosigmen in Einklang zu bringen, so sind die Schwierigkeiten doch vielleicht nicht so gross. Zunächst bemerke ich, dass man durch längeres (5 Minuten dauerndes) Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali im Aussehen der Pleurosigmen nichts weiter ändert, als dass sie nun in den Näthen auseinander gefallen und (in Flüssigkeit liegend) glasartig durchsichtig geworden sind; die Structur der Schale bleibt ganz dieselbe und ebenso das Bild eines Schnittes. Demnach kann man nicht sagen, die eine der beiden Membranen bestehe bloss aus Cellulose und werde in der Säure gelöst; deshalb hätten die Flensburger nur die andere zurückbleibende, mit Kieselsäure getränkte gezeigt. Es müssen in den Flensburger Pleurosigmen beide Membranen vorhanden sein, wie denn auch sonst die Dicke nicht passen würde. Aber die leeren Zwischenräume, die Kammern, existiren hier entweder noch gar nicht oder sie sind so klein, dass sie mit den gegenwärtigen Mikroskopen nicht zur Anschauung gebracht werden können. Ich will versuchen, der Lösung mit Hülfe der Randpartieen näher zu kommen. Wir haben gesehen, dass bei P. balticum der Querschnitt der Schale am Rande nur eine einfache Membran aufweist; die Kammern ziehen sich, wie eine nicht zum Durchbruch gekommene Spalte, nicht bis in den Rand hinein, sondern scheinbar bleiben hier die beiden Membranen fest verbunden. Diese Strecke kann auf mindestens 3 μ gerechnet werden. Betrachtet man aber den Rand einer durch Kochen isolirten Schale von der Fläche (Fig. 16), so findet man die glatte Randpartie nie breiter als 1 μ,

oder wenig darüber. Auch ungekochte Exemplare, an denen die Schalen mit der glatten Ringmembran noch verbunden sind, können hierfür lehrreich werden; sie zeigen nämlich, dass das sehr verdünnte Verbindungsstück zwischen der Schale und dieser Membran (Fig. 17) wie eine Concavcylinderlinse wirkt, bis zur wieder erlangten vollen Dicke aber doch doppelt so breit ist, als das bei gewaltsamer Trennung oder Isolirung durch Kochen an der Schale sitzen bleibende Stück (Fig. 16). Es muss also bei diesen Processen die Concavcylinderlinse in ihrer Mitte, dem dünnsten Theile, brechen oder aufgelöst werden. Abgesehen demnach von dem 1 μ breiten, entschieden einfach-häutigen Rande haben wir noch keine Erklärung für die übrigen 2 μ. Diese müssen schon auf den Theil der Schalen fallen, der, von der Fläche gesehen, deutliche Querstreifung (aber undeutliche und unregelmässige Längsstreifung) wahrnehmen lässt. Wir haben hier dasselbe Verhältniss, wie bei den Flensburger Pleurosigmen: deutliche Zeichnung von der Fläche, im Querschnitt aber einfache Membran. Man wird also genöthigt sein, auch für diese Randpartie eine gleiche Structur, wie weiter nach der Rippe hin zu statuiren, aber zugleich annehmen müssen, dass unsere heutigen Mikroskope nicht in ihrer auflösenden Kraft so weit gehen, sie uns sichtbar zu machen. Denn da sie zwei Puncte oder Linien, die weniger als 0,28 μ von einander entfernt sind, nicht mehr getrennt zeigen, so werden sie, wenn eine 0,6 oder vielleicht nur 0,5 μ dick erscheinende Membran in der Mitte eine Längslinie oder eine Reihe Pünctchen besitzt, uns diese nicht mehr zur Anschauung bringen, wenn nicht die Ausdehnung derselben 0,28 μ überschreitet.

Das französische P. angulatum zeigt am Rande ganz ähnliche Verhältnisse wie eben für P. balticum angegeben, nur entsprechend kleiner. Das Flensburger P. angulatum hat aber grade die Dicke, wo die Einschiebung einer Linie uns entgehen müsste. Ich glaube deshalb, dass hier doch auch Kammern, aber von viel geringerer Höhe, vorhanden sind. Die Fasern, die die Membran der letzteren zusammensetzen, deute ich als die Kammerwände nebst den angrenzenden Stücken der inneren und äusseren Membran (vgl. z. B. die Fig. 15 von P. balticum, wo die Bruchstücke als Querschnitte von Fasern bezeichnet werden könnten).

Es wird nöthig werden, die Sache an der Hand der Entwickelungsgeschichte weiter zu führen, wozu mir die Gelegenheit fehlt. Es scheint mir das Einfachste zu sein, ein Wachsthum der Schale

in der Dickenrichtung durch Vergrösserung der Kammern und ihrer Wände anzunehmen, ohne dass diese dabei in Länge und Breite ihre Dimensionen wesentlich ändern. Denn dass hierbei Verschiedenheiten vorkommen, ist mir nicht bloss beim Durchmustern vieler Querschnitte aufgefallen, sondern es zeigt auch der Querschnitt des französischen P. angulatum an zwei Stellen (vgl. oben) die höchsten Kammern, und von da aus eine Verkleinerung nach der Mitte und nach den Rändern zu, während man von der Fläche gar keine Verschiedenheit in den Dimensionen wahrnimmt. Die Flensburger Pleurosigmen aber sind allenthalben gleich dick. Mit den französischen Pleurosigmen habe ich vergeblich versucht, durch gröbere Schnitte Fasern zu isoliren, in der Art wie es bei den Flensburgern gelingt; man bekommt immer nur Risse in der Schrägrichtung, was anzudeuten scheint, dass hier die Kammern im Verhältnisse zur Masse ihrer Wände und der Membranen gross, bei jenen aber sehr klein sind, so dass die letztere überwiegt. An eine Differenzirung in wasserreichere und wasserärmere Partieen darf man hier wohl nicht denken, wenigstens nicht bei den fertigen Schalen. Ob aber eine solche Differenzirung nicht doch bei der ersten Entwickelung den Grund legt, dürfte sich schwerer verneinen lassen. Die Annahme, dass sich mit Anlegung kleiner Poren auf der Innenseite einer zuerst gewiss einfachen Membran zugleich eine Structur von Kreuzungsfasern durch eine eigenthümliche Lagerung der Moleküle verbindet und dabei in den Maschen sich kleine weniger dichte, bald hohl werdende Räume (gleichsam Vacuolen) anfinden, die zugleich dem rascheren Säfteaustausch dienen und sich allmälig immer mehr in der Dickenrichtung vergrössern, dürfte sich noch wohl am ehesten den beobachteten Thatsachen anbequemen. Ob diese Räume für alle Zeiten durch die Fasern geschieden bleiben, oder ob sich durch Resorption Communicationen herstellen, das wird noch durch weitere Untersuchungen festgestellt werden müssen. Es giebt einige Umstände, die (bei P. balticum) auf eine solche Verbindung der Hohlräume hindeuten, z. B. das fast augenblickliche Anfüllen mit Wasser, ohne dass irgendwo eine Luftblase bleibt, das blitzschnelle Verdunsten des Wassers aus den Schalen, und die Art, wie sehr geringe Wassermengen bei gehinderter Verdunstung sich (als Linien) im Innern zurückhalten. (Man bringt einige ganz trockene Pleurosigmen auf einen Objectträger, beobachtet bei etwa 300mal. Vergrösserung in einem nicht ordentlich geheizten Local und haucht

während der Beobachtung auf den Tisch des Mikroskopes herunter. Der Wasserniederschlag verdunstet sehr bald wieder von dem Objectträger und den Pleurosigmen. Es ist nicht immer leicht zu entscheiden, ob das Wasser in den Schalen sitzt, oder zwischen ihnen und dem Glase.)[1]

Ueber die Mittelrippe und ihre Umgebung ist von den französischen Pleurosigmen nur zu sagen, dass Alles weit deutlicher entwickelt ist, als bei den Flensburger Exemplaren. Die Neigung der Kielflächen geht noch weiter; ich besitze einen Querschnitt, in dem der Winkel bis gegen 60° abgenommen hat. Die Rippe selbst ragt deutlich ins Innere vor; man kann ihre Dicke auf mindestens 0,8 μ rechnen. Sehr schön zeigt sich die Verschiedenheit der Membran in den porenlosen Streifen von ihrer anderweitigen Beschaffenheit. Während die Dicke der Schale in den beiden Wellen unweit des Randes (Fig. 11 w) bis auf 0,9 μ steigt, anderswo aber durchgängig 0,7 und 0,8 μ beträgt, sinkt sie in den porenlosen Streifen auf 0,5 μ und vielleicht noch weniger. Von der Fläche gesehen (Fig. 18) finde ich die Breite der Rippe nebst den beiden glatten Streifen zu 1,7—1,8 μ, wovon die Rippe selbst nur 0,7 μ einnimmt.

Gelegentlich habe ich noch Querschnitte einer sehr kleinen Species von Pleurosigma erhalten, die in der französischen Aufsammlung nicht ganz selten vorkommt. Dieselbe ist meistens nur 0,1 Mm. lang und sehr schmal linear. Es scheint P. Scalprum Gaillon zu sein, wenigstens stimmt die Abbildung bei Kützing (Bac. Taf. 30 Fig. 13) ziemlich gut damit überein (die Längsstreifung ist bei centrischer Beleuchtung an in Wasser liegenden Exemplaren leicht, die Querstreifung an solchen nur mit schiefem Licht deutlich zu

---

1) Ganz neuerdings habe ich bei P. balticum die Sache nochmals untersucht, indem ich ein Exemplar mit dem einen Rande aufrichtete. Dann konnte in der oberen, dem Beobachter zugewendeten Hälfte sich kein Wasser von dem Glase heraufziehen, ohne dass es zu sehen gewesen wäre, sondern der Niederschlag musste direct auf der Schale oder in ihr erfolgen. Dabei ist es mir auch gelungen, das Zurückbleiben von Luft in den Kammern dieser oberen Hälfte zu sehen; sie ist immer in einen linearen Raum in Richtung der Längsstreifung eingeschlossen. Auch beim Verdunsten befolgt das Wasser denselben Gang, sobald man den grössten Theil der Fläche in Betracht zieht. Aber am Rande wird die Sache anders. Natürlich hält sich das Wasser in diesen engeren Räumen länger als in den grossen Kammern der Fläche. Beim Verschwinden folgt es aber hier der Querrichtung.

machen). Fig. 19 giebt den Querschnitt dieser kleinen Diatomee. Man sieht, dass auch hier in den Schalen eine Duplicatur eingetreten ist, und dass die Mittelrippe sich zu einer nach innen vorspringenden Leiste verdickt hat. Von den hier vermuthlich ebenso wie bei P. balticum vorhandenen Kammerwänden (oder Stützen) lässt das Mikroskop aber keinen Schimmer mehr erkennen [1]). Das Bild hat grosse Aehnlichkeit mit dem Querschnitt von P. angulatum unter 400mal. Vergrösserung, nur hat man sich bei letzterem dann die Schale dünner vorzustellen.

2. Abdrücke von Diatomeenschalen.

Zur Herstellung von Abdrücken der Pleurosigmenschalen habe ich mich des Collodiums bedient. Man darf hierzu nur mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali gekochte Schalen nehmen, da frische Exemplare einestheils nach meinen Erfahrungen von dem Collodium nicht gut wieder abzulösen sind, anderentheils auch nur die etwaige Sculptur der Aussenfläche wiedergeben würden. Die früheren Versuche, mittelst der Abdrücke Näheres über die Beschaffenheit der Diatomeenschalen zu erfahren, scheinen nach Harting [2]) ziemlich resultatlos verlaufen zu sein, was ich nach den mir jetzt vorliegenden Abdrücken nicht grade bewundere.

Leider ist man bei Herstellung solcher Collodiumabdrücke sehr von dem blossen Zufall abhängig, so dass mir dieser Theil meiner Arbeit viele Zeit gekostet hat. Am besten bin ich auf folgende Weise zum Ziele gekommen. Ich vertheile eine kleine Portion Schalen in einem Tropfen destillirten Wassers durch Umrühren mit einer Nadel ziemlich gleichmässig und lasse das Wasser verdunsten. Hierauf bringe ich einen Tropfen nicht zu dünnen Collodiums auf die trockenen Schalen. Sobald der Aether verdunstet ist, löst sich die Collodiumhaut an den Rändern vom Glase ab und nimmt die Diatomeenschalen mit. Ich wende nun die Haut um, und mustere sie bei 150—200mal. Vergrösserung durch, um Stellen von vollkommen glasartiger Durchsichtigkeit zu finden, an welchen Schalen haften. Solche Stellen schneide ich heraus. Die Schalen sind

1) Mit schiefem Licht sieht man indess die kleinen Verbindungsstücke in dem Zwischenraume recht gut; es sind 6—8 auf jeder Seite der Rippe.

2) Mikroskop; 2. Band, S. 141. 2. Aufl.

meistens durch die gelinde Contraction, die die Haut beim Trocknen erleidet, und durch die Krümmung derselben gesprengt, aber die Theilstücke haften noch lose daran. Ich entferne diese durch Ueberstreichen mit einem fein zugespitzten harten Hölzchen, und schliesse nun das Hautstück als mikroskopisches Präparat auf die gewöhnliche Weise trocken in Luft ein (in Flüssigkeiten erkennt man gar nichts von der Zeichnung). Es versteht sich von selbst, dass die Seite der Haut, worauf sich der Abdruck befindet, oben bleiben muss. Die Schwierigkeit lag für mich hauptsächlich in der Darstellung eines ganz durchsichtigen Häutchens. Dasselbe darf nämlich nicht zu dünn sein, um nicht beim Abnehmen der Schalen zu zerreissen. Bei dickeren Häuten aber bekommt man immer zahllose kleine Luftblasen, wodurch die Haut milchig erscheint. Ist das Collodium sehr dünnflüssig, so wird zwar die Haut anscheinend gut, aber sie opalisirt etwas und zeigt bei starker Vergrösserung kleine Pünctchen. Zuweilen kommt eine grössere Luftblase von $^1/_2$—1 Mm. Durchmesser zum Vorschein, die dann häufig brauchbar ist.

Da uns die Beschaffenheit beider Oberflächen von P. angulatum aus den Querschnitten bekannt ist, lassen sich die Bilder, welche die Collodium-Abdrücke gewähren, leicht deuten. Das französische P. angulatum leistet auch hier mehr, als das Flensburger. Ein Abdruck der Innenfläche charakterisirt sich durch folgende Merkmale: 1) der Kiel zu beiden Seiten der Mittellinie ist erhaben; beim Senken des Tubus wird er grau, beim Heben hell; 2) auf der Höhe dieses Kiels sieht man zwei Leisten, die von einem Ende zum anderen gehen; 3) an der Stelle des Mittelknotens ist ein vertiefter ovaler Ring. Die Fläche erscheint im Uebrigen, selbst bei Benutzung der stärksten Vergrösserungen, vollkommen glatt, so lange man centrale Beleuchtung anwendet. Greift man zum schiefen Lichte, so gehört doch noch viele Geduld dazu, die richtige Spiegelstellung zu finden, um mehr daran zu sehen. Hat man aber diese erreicht, und das Objectiv gut corrigirt, so ist auf dem Abdruck (bei günstiger Beleuchtung) die Streifung unzweideutig wahrzunehmen. Es gelingt mir immer leichter — ich verstehe nicht aus welchem Grunde — die Querstreifung zu sehen, als eine der Längsstreifungen; doch habe ich auch diese häufig ganz deutlich erkannt. Ein solcher Collodiumabdruck könnte als recht schwieriges Probeobject benutzt werden; er steht etwa Frustulia saxonica gleich. Ich habe in Fig. 20 versucht, die Verschiedenheit der Schatten im

Abdruck und in einem darauf hängen gebliebenen Stück einigermassen zu versinnlichen. Wir sehen demnach, dass sich auf der Innenfläche der Schale eine Sculptur befindet, die aus Erhöhungen und Vertiefungen bestehen muss.

Die zwei Leisten, welche auf der Höhe des Kiels laufen, sind die Abgüsse der beiden porenlosen Streifen. Sie nehmen zwischen sich eine tiefe Rinne — den Abdruck der Rippe. An keinem dieser Gebilde sieht man an irgend einem Theile Auszeichnungen. Gäbe es irgendwo wirkliche Löcher, so müssten diese sich in Form von Stacheln abdrücken.

Auch der Mittelknoten hat eine recht einfache Beschaffenheit. Die Mittelrippe spaltet sich und formirt einen ovalen Ring, jenseits desselben sich wieder einfach fortsetzend. Der Ring drückt sich vertieft ab; seine Innenfläche, auf der man bei 300mal. Vergrösserung wohl ein Pünctchen zu sehen pflegt, erscheint doch bei starker Vergrösserung an den besten Abdrücken vollkommen glatt. Aber es scheint aus den Lichtbrechungsverhältnissen, dass sie nicht so tief liegt, als die äussere Umgebung der Ringrinne, wonach man also an der Membran selbst eine Verdickung annehmen müsste, die von einer noch stärkeren Verdickung in Form eines Ringwalles umgeben ist. Wahrnehmbare Löcher giebt es auch hier nicht.

Der Abdruck der Aussenseite von P. angulatum unterscheidet sich von dem der Innenseite dadurch, dass er 1) den Kiel in der Mittellinie vertieft hat; beim Senken des Tubus wird dieser hell, beim Heben grau; 2) auf der Mittellinie selbst sieht man nur eine Linie, noch dazu sehr schwach, die auch nicht continuirlich von einem Ende zum anderen läuft, sondern an beiden Enden am stärksten anfängt, und gegen die Mitte allmälig verschwindet; 3) an der Stelle des Mittelknotens ist gar keine Auszeichnung; es scheint, als wenn die Vertiefung des Kiels hier im Allgemeinen nicht so gross sei, als weiterhin. Die feine Linie im Grunde des Kiels ist der Ausdruck der Rückenfurche.

Was die übrige Fläche anbetrifft, so ist sie durchaus glatt und es ist durch alle angewendeten Kunstgriffe nichts von einer Streifung darauf sichtbar zu machen gewesen. Dies giebt wieder einen Beleg dafür, wie vorsichtig man in der Deutung des mikroskopischen Querschnittbildes verfahren muss. Denn diese Schnitte geben ebenso wohl an der Aussenseite, als an der Innenseite sanft wellige Erhabenheiten zu erkennen, und man bemerkt eigentlich

keine Grössendifferenz; überhaupt erscheinen sie grösser als sie nach den Abdrücken sein können. Vielleicht spielt hier die Irradiation, von der mein Auge sonst verhältnissmässig sehr frei ist, doch zur Erzielung jenes Querschnittbildes mit. Andererseits kann ich den Gedanken nicht ganz aufgeben, dass sich auch auf der Aussenseite der Schale Erhöhungen und Vertiefungen befinden. Man betrachte z. B. das Verhalten der mit der Aussenseite durch die Rückstände des destillirten Wassers an ein Deckglas angeklebten Pleurosigmen. Man wird immer finden, dass diese Rückstände eine Masse bilden, welche durch Linien in der genauen Richtung der Längsstreifung begrenzt sind. Wäre die Schale ganz glatt, so müsste der Rückstand offenbar eine ganz beliebige, vom Zufall abhängige Grenze haben. Man bemerkt in den Wasserresten kein anderes Verhalten, als wenn die Schale mit der Innenseite anklebt, wo sich diese Zickzackbegrenzung ja vollkommen durch die an den Abdrücken nachgewiesene Sculptur erklärt. Beim Verdunsten hält der Rest des Wassers sich offenbar am längsten an den Stellen, wo die Membran dem Glase am nächsten ist; dies wird auch dann noch der Fall sein müssen, wenn die Lösung der im destillirten Wasser verbliebenen Stoffe so concentrirt ist, dass der flüssige Zustand aufhört. Die Zickzackgrenze solcher Rückstände deutet daher meiner Ansicht nach darauf, dass die Membran in der äusseren Grenze dem Glase etwas näher steht, als in einer gradlinigen, ungemein schmalen Partie daneben, also m. a. W., dass sich dort eine gradlinige Rille befindet. Man kann also entweder sich unter 60° kreuzende Rillen, oder was dasselbe sagen will, in zwei sich kreuzenden Reihen stehende erhabene Pünctchen (etwa über den Kreuzungsstellen der Kammerwände?) annehmen, um diese Umstände zu erklären. (In beiden Fällen versteht sich übrigens, dass das Wasser nicht, wie es auch die Erscheinung unmittelbar lehrt, in querer Richtung sich begrenzen kann. Denn vom Mittelpuncte eines Hügels bis zum Mittelpuncte des rechts oder links daneben stehenden wurde immer $2 \cos 60^{0} =$ 1,73 mal so weit sein, als bis zum Mittelpuncte des nächsten, in schräger Richtung liegenden Hügels sein, und das Wasser würde daher stets diesen wählen.)

Weit schwieriger als bei den französischen Pleurosigmen ist bei den Flensburgern die Streifung zu sehen; ich besitze indess auch von diesen vollkommen beweiskräftige Präparate. Uebrigens

zeigen diese kleineren Pleurosigmen sonst nichts anders; die Rückenfurche und die porenlosen Streifen sind bloss weit weniger deutlich.

Einen Versuch, Abdrücke der Innen- und Aussenseite abzubilden, habe ich in Fig. 21 und 22 gemacht. Es versteht sich von selbst, dass das Bild keinen Anspruch auf Werth machen kann, weil es sich hier bloss um Niveauunterschiede handelt, die man vergeblich darzustellen suchen würde.

Sehr elegante Abdrücke giebt die Innenseite der Schale von P. balticum. Bei guter Beleuchtung kann ich an ihnen beide Streifungen gleichzeitig in centralem Lichte sehen. Die Längsstreifung tritt etwas besser hervor, beide aber sind von ungemein zarter nebelhafter Blässe. Bei schiefem Lichte ändert sich das natürlich, allein auch hier bleibt das Bild nur wie ein Hauch. Ich versuchte vergeblich festzustellen, ob es hier, wie ich glauben möchte, dreierlei Niveauunterschiede (Gruben als Ausdrücke von Erhabenheiten in den Kreuzungsstellen der Kammerwände, Berge als Abdrücke porenartiger Vertiefungen, und ein Mittelniveau den Leisten entsprechend) oder nur zweierlei (Leisten mit eingeschlossenen Poren) giebt. Dereinstige bessere Mikroskope werden uns auch hierüber Aufschlüsse ertheilen. Ich sehe an der Aussenseite dieses P. balticum ebenfalls keine Spur von Zeichnung[1]). Ueber die gröberen Verhältnisse: die Rückenfurche, die Verschiedenheit der beiden porenlosen Streifen, die Haupt- und Nebenrippe, lehrt der Abdruck kaum mehr als der Querschnitt; er bestätigt nur die Gleichmässigkeit dieser Gebilde auf der ganzen Länge.

Unter den zufällig erhaltenen Abdrücken anderer Arten von Diatomeen nenne ich zuerst ein kleines Pleurosigma, das zu der Abtheilung der Gattung gehört, welche die an den Enden verlängert zugespitzten Formen befasst. Vielleicht ist das Exemplar zu P. strigilis Sm. oder zu P. Fasciola zu zählen. Der Abdruck zeigt die Innenseite, mit der Rinne, welche die Rippe und der Ring des Mittelknotens verursacht haben. Bei schiefer Beleuchtung bringt man sowohl die Längs- als die Querstreifung zur Ansicht.

Ferner besitze ich einen Abdruck des oben schon erwähnten recht kleinen P. Scalprum. Auch dieser Abdruck lässt die Längslinien bei günstiger Beleuchtung wahrnehmen.

---

1) Nach dem Niederschreiben obiger Zeilen habe ich einmal an einem Abdruck der Aussenseite einen Schimmer der Längslinien erkannt.

Zum Schluss dieses Abschnittes bemerke ich, dass kein einziger dieser Abdrücke im Sonnenlicht ein Gitterspectrum giebt. Auch die so deutliche Zeichnung von P. balticum giebt gar keine Farbe. Ich erinnere hierbei an eine ähnliche Beobachtung an den Schleudern von Equisetum[1]). Man sieht daran, dass die kleinen Wellen zu flach sind, um eine wirksame Unterbrechung des Lichtstrahls hervorzubringen.

3. Benutzung des reflectirten Lichtes.

Valentin hat[2]) eine Einrichtung vorgeschlagen, um mit Zuhülfenahme der Newton'schen Farbenringe die Dicke mikroskopischer Gegenstände zu bestimmen. Dies brachte mich auf den Gedanken, die Dicke der Pleurosigmenschalen mit Hülfe der Newton'schen Farben zu ermitteln, nachdem ich gefunden hatte, dass die Schalen in der That diese Farben zeigen. Kennt man die Ordnung dieser Farbe und den Brechungsexponenten der Substanz, so liesse sich daraus leicht die Dicke ableiten. Allein ich bin hierbei von vorneherein auf eine sehr merkwürdige Schwierigkeit gestossen. Während nach den Lehrbüchern der Physik und den Specialabhandlungen, insbesondere den so eingehenden Untersuchungen von Wilde[3]) die Mitte des ersten dunklen Ringes im reflectirten Licht bei einer Luftdicke von der halben Wellenlänge der die grösste Intensität besitzenden Strahlen des Spectrums (zwischen D und E) entsteht, also bei etwa 0,282 μ, rechnet Valentin[4]) die volle Wellenlänge, also genau doppelt so viel, für den ersten Ring und es werden also bei ihm auch die übrigen Farbenwerthe darnach mit doppelt so grossem Werthe angesetzt. Der Text lässt durchaus nicht die Meinung aufkommen, dass man unter »Dicke der Luftschicht« den Weg des Strahls von seinem Eintritt bis zur Reflexion an der anderen Fläche und von da bis zum Austritt verstehen soll. So sind denn Valentin's Zahlen unverändert, z. B. in Dippel's »Mikroskop« übergegangen[5]). Wenn man darnach mittelst der

1) a. a. O. S. 740.

2) Untersuchungen der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte. 1861. S. 120.

3) Pogg. Ann. Bd. 82. S. 18 ff. Bd. 80. S. 407.

4) a. a. O. S. 118 u. 119.

5) Bd. I. S. 419.

Farben messen will, so wird man einen Luftraum, der das s. g. Uebergangsviolett dritter Ordnung im reflectirten Licht zeigt, für 1,128 μ hoch halten. Nun lässt sich aber — selbst ganz abgesehen von den klaren theoretischen Untersuchungen von Wilde — schon ohne kostspielige Gyreidometer auf dem Präparirmikroskop mittelst eines Brillenglases ziemlich leicht zeigen, dass Wilde's Werthe die richtigen sind, oder wenigstens doch, dass man sie nicht doppelt so gross zu nehmen hat.

Schon bei einer anderen Untersuchung war ich früher auf diese Abweichungen aufmerksam geworden, hatte aber damals die Valentin'schen Zahlen für die richtigeren erkannt. Die gegenwärtig mit den Pleurosigma-Schalen erhaltenen Resultate scheinen wiederum für die Richtigkeit der Valentin'schen Werthe zu sprechen, wenigstens wird man, glaube ich, schwerlich Messungsfehler von der Grösse, um die Ergebnisse mit Wilde's Zahlen in Einklang zu bringen, zur Erklärung heranziehen können. Diese unglückliche Divergenz hat mir den Boden so wankend gemacht, dass ich gezögert habe, über die Farben dünner Blättchen bei Pleurosigma überhaupt zu schreiben und dass ich die nachfolgenden Ergebnisse nur mit dem Wunsche nachsichtiger Beurtheilung der Oeffentlichkeit übergeben kann.

Die Erscheinungen sind an dem Flensburger P. angulatum wegen seiner grösseren Zartheit schöner zu beobachten und überhaupt anders als bei dem französischen P. angulatum. Lässt man die Schalen sich in einem Wassertropfen vertheilen, bringt diesen zum Verdunsten, und legt sodann den Objectträger so, dass er das diffuse, vom Fenster kommende Tageslicht ins Auge reflectirt, so erscheinen die Schalen gelb, theils hochgelb, theils auch ins Orange spielend, was sich mittelst einer Loupe am besten beobachten lässt. (Es darf natürlich bei dem Versuch kein Deckglas auf dem Präparat liegen.) Man kann auch auf dem Mikroskoptische die Untersuchung (bei etwa 60mal. Vergr.) machen, wenn man den Objectträger soweit neigt, dass er spiegelt. Diese Farben sind nun die bekannten Newton'schen. Für genauere Studien soll man eigentlich nur solche Exemplare verwenden, welche frei auf der Unterlage liegen, nicht die durch Wasserrückstände festgeklebten, weil diese an den Klebstellen natürlich keine Farben geben. Wendet man den Lieberkühn'schen Spiegel an (unter Abblendung des Centrums), so lässt ein grösseres Exemplar meistens eine Anordnung der Farben

erkennen, wie sie in Fig. 23 versinnlicht ist. Jederseits neben der Mittelrippe liegen langlanzettliche Partieen, welche in schönem Hellgelb erglänzen. Man erkennt dies bald als das Gelb II. Ordnung, denn in der III. Ordnung ist nur ein ganz unscheinbares Gelb, fast Graugelb, und die I. Ordnung ist aus anderen Gründen ausgeschlossen. Nach aussen geht dies Hellgelb in Orange und dies wieder in ein schönes Purpur über. Letzteres verläuft durch ein gewöhnlich wenig ausgesprochenes Violett in Dunkelblau und Hellblau, womit der Rand schliesst. Bisweilen sieht man das Hellblau in den Enden noch in das schöne Grün III. Ordnung übergehen, womit dann jeder Zweifel über die Richtigkeit der Deutung das Gelb beseitigt wird. Bei recht starker Ocularvergrösserung erkennt man auch, dass die Mittelrippe als feine helle (vielleicht hellgelbe) Linie von 2 dunklen Linien eingeschlossen erscheint. Der Mittelknoten ist ein heller Ring in dunkler Umgebung. — Eine grosse Anzahl, namentlich die kleineren Exemplare, zeigt, auf dem Objectträger flach liegend, eine ganz andere Farbenvertheilung. Sie sind nämlich zur Hauptsache dunkelblau, die Randgegend hellblau und ganz am Rande grünblau, anscheinend III. Ordn. Die Mittelrippe ist ein dunkler Streifen, der die Mitte einer schmalen hellen Linie bildet. Bringt man ein beliebiges Exemplar von dieser Farbe mittelst der Nadel in eine andere Lage, am besten so, dass eine Spitze oder ein Rand halb aufgerichtet ist, so kommen die beiden gelben Lanzettflecke auf der Fläche zum Vorschein. Das Gelb ist dabei oftmals mehr eine Orange.

Durch Beobachtung einer grösseren Anzahl Schalen überzeugt man sich nun bald, dass nirgends eine niedrigere Farbe, als das Hellgelb II. Ordnung auftritt. Will man mit dieser Grösse rechnen, so muss erst der Neigungswinkel der vom Lieberkühn'schen Spiegel auf das Object fallenden Strahlen, welche die Farbe erzeugen, gemessen werden. An meinem Instrument beträgt der Winkel für die Strahlen geringster Neigung etwa 14°; natürlich fallen auch Strahlen von weit grösserer Neigung auf das Object, sie sind aber zum grossen Theil ganz unbetheiligt am Zustandekommen der Farbe. Bei den geringen Grössen, um die es sich hier handelt, kann man aber Strahlen von 14° Neigung gegen die Senkrechte immerhin vorläufig als senkrecht ansehen. Der Brechungsexponent der Pleurosigmen ist etwas niedriger, als der des trocknen Gummi arabicum,

und letzterer beträgt nach Marbach[1]) 1,476—1,514; dagegen ist der Pleurosigmen-Brechungsindex höher als der des Glycerin und der Chlorcalciumlösung (1,40 und 1,41) und ebenfalls höher als der einer Chloroform-Balsamlösung. Die Gummischollen heben sich in letzterer sehr ausgeprägt als stärker brechende Substanz hervor, ein Verhältniss, welches sich immer mehr abschwächt, je weiter das Chloroform verdunstet. Ob und wo es etwa ganz zum Ausgleich kommt, habe ich noch nicht beobachtet; doch sind nach mehreren Wochen die Gummischollen noch stärker brechend. Man wird nach diesen Thatsachen wohl nicht sehr irren, wenn man rund 1,5 für die Pleurosigmenwand setzt. Die Mitte der II. Ordnung, oder das Hochgelb, hat nach Valentin[2]) einen Luftwerth von 0,910 μ; daraus findet man die Dicke der Pleurosigmen-Membran zu $\frac{0,910}{1,5}$ $\mu = 0,61\ \mu$.

Dieses Facit stimmt so auffallend gut mit der directen mikroskopischen Dickenmessung der Querschnitte, dass man sich dabei würde beruhigen können, wenn nicht jener Zweifel an der Richtigkeit der Valentin'schen Zahlen existirte. Nimmt man selbst den offenbar zu kleinen Werth 1,4 für den Brechungsexponenten, so würde dies 0,65 μ geben, und wenn man mit Wilde rechnet, eine Membrandicke von 0,32 μ anzeigen. Dass nun eine in Wirklichkeit nur 0,32 μ dicke Membran sich unter dem Mikroskop — das Linien von 0,3 μ Distanz selbst bei schlechter Beleuchtung noch deutlich trennt — als 0,6 μ oder im günstigsten Fall (vgl. oben) doch als 0,5 μ dick präsentiren sollte, scheint mir völlig undenkbar. Entweder also muss es Umstände geben, die dennoch eine solche Täuschung hervorrufen, und die alle feineren Messungen mikroskopischer Gegenstände (gewisse Autoren geben ja selbst die 2. Decimale des Mikromillimeters, oder doch die erste, mit einer Sicherheit an, als ob sich das Alles wirklich bei einer einzelnen Messung erzielen liesse) von zweifelhaftem Werthe erscheinen lassen, weshalb sie wohl einer weiteren Prüfung werth sein möchten, oder es existiren noch unbekannte Vorgänge bei der Reflexion des Lichtes an und in festen Körpern, die es nicht gestatten, die Theorie der Farben dünner

1) Physikalisches Lexicon Bd. I. S. 886.
2) a. a. O. S. 119.

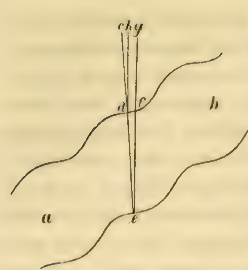
Blättchen, wie sie an Lufträumen und Flüssigkeiten gewonnen ist, ohne Weiteres auf feste Körper zu übertragen.

Für Untersuchungen der vorliegenden Art ist es sehr erwünscht, sich von den Nachtheilen verschiedener Richtungen der Lichtstrahlen bei dem Lieberkühn zu befreien; man sollte eigentlich über durchaus paralleles Licht verfügen können. Es nützt nichts, ohne Lieberkühn im frei auffallenden Licht zu beobachten, weil zu viel störendes fremdes Licht dabei auftritt und weil die Neigung des einfallenden Strahls zu gross wird. Ich habe einige dieser Uebelstände durch folgendes Verfahren beseitigt, das Fig. 24 erläutern soll. Man stelle eine kleine Blendenöffnung der Drehscheibe so excentrisch, dass kein directes Licht vom Spiegel in das Objectiv fällt; man neige sodann das Präparat in der Art, wie es die Figur andeutet, so, dass die Strahlen von der schiefen Planfläche gespiegelt durch das Mikroskop gehen. Zur Controle kann man leicht die Newton'schen Farben eines Luftraums auf dem Mikroskoptisch benutzen. Um nicht jedesmal mit Linsen zu operiren, verschafft man sich zweckmässig stabile Newton'sche Ringe, indem man ein Deckglas mit einem Tröpfchen Balsam auf einem Objectträger festklebt und diese Befestigungsstelle so stark presst, bis in der Umgebung die Farben auftreten. Untersucht man die Farbenringe auf gewöhnliche Weise mit dem Lieberkühn, so findet man sie sehr schlecht ausgesprochen, dunkel und kaum mit erkennbaren Farben. Stellt man aber die in Fig. 24 angegebens Lage des Präparats und der Blendung her, so treten die Farben mit grosser Schönheit auf, und können bequem mit 200mal. Vergrösserung untersucht werden. Man regulire an der Blendung und dem Neigungswinkel des Präparats so lange, bis man in der Mitte des ersten dunklen Ringes das schöne Dunkelpurpurviolett erkennt. 9—10° Neigungswinkel ist an meinem Instrument die vortheilhafteste Lage; unter 6° verschwinden die Newton'schen Farben. Bringt man nun wieder Pleurosigmen in der Horizontallage des Objectträgers auf den Tisch, so lässt sich erwarten, dass nur diejenigen Theile derselben Farben zeigen werden, deren Neigungswinkel annähernd mit dem der vorher benutzten Ringplatte übereinstimmt und deren Ebene auf der Ebene der einfallenden und reflectirten Strahlen (= Papierfläche in der Fig. 24) senkrecht steht. Der Erfolg bestätigt dies. Sind die Schalen unter ±90° orientirt, so sieht man meistens drei lange hochgelbe Streifen auf denselben, deren Lage anders ist, je nachdem die

Schale mit der Innenseite nach unten oder oben gewendet liegt. Zwei von diesen Streifen können bei geringer Neigung der Schale in einander fliessen. Die übrigen Partieen der Schale bleiben dunkel (etwas blau schimmernd). Mit Hülfe der Querschnitte kann man sich die Erscheinung leicht deuten. Es erscheint also beispielsweise die linke Fläche mit hellgelbem Längsfleck, der aber dem linken Rande mehr genähert ist, als der Mittelrippe; darauf folgt ein dunkler Zwischenraum und dann die hellgelbe linke Kielfläche. Die rechte Kielfläche ist dunkel; auf der allgemeinen Fläche sieht man den dritten Längsfleck, der der Mittelrippe näher liegt als dem Rande. Vergleicht man dazu eine andere Schale, die auf den ersten Blick ganz ebenso zu liegen scheint, so findet man die linke Kielfläche dunkel, die rechte hell, die beiden Längsflecke nach rechts verschoben. Eine solche Schale liegt in Beziehung auf die Aussenseite daher umgekehrt. Bei der Drehung eines Präparates um die Mikroskopachse modificirt sich die Anordnung der Farben sehr; helle Flecke werden fast plötzlich dunkel und vorher dunkle Stellen leuchten mit einer Farbenpracht auf, die vollkommen den schönsten Polarisationserscheinungen an die Seite gestellt werden darf.

Bei diesen Farben ist noch das sehr merkwürdig, dass sie bis zum Grün III. Ordnung (obwohl nur in den wenigsten Exemplaren) in den Rand- und Endpartieen steigen können. Man erinnere sich hiebei zuvörderst, dass durch Neigung einer Fläche gegen den einfallenden Strahl die Farbe einer bestimmten Stelle im Newton'schen Ringe nicht steigt, sondern fällt, woraus folgt, dass sich die Ringe erweitern. Die senkrechte Tiefe einer Lamelle muss durch sec. r dividirt werden, um den Werth für die Farbe bei der Neigung zu erhalten, wobei r den Brechungswinkel bedeutet[1]). Es kann demnach eine etwaige Neigung nicht ein Grün III. Ordnung an einer Lamelle zum Vorschein bringen, die bei senkrechtem Strahlenfall nur Gelb oder Orange II. Ordnung zeigt. Da wir nun aus den Querschnitten wissen, dass die Flensburger Pleurosigmen allenthalben gleich dick sind (und namentlich nirgends bis 0,9 μ ansteigen, was für Grün III. Ordn. nothwendig wäre), so sehe ich keine andere Möglichkeit einer Erklärung dieses Steigens, als die Annahme von Erhabenheiten auf beiden Flächen der Schale, welche es dem Lichtstrahl gestatten, trotz schiefer Lage an beiden Flächen senk-

1) Wilde a. a. O. S. 39.



recht ein- und auszutreten. Die Schale a b liege schief gegen den Strahl c d; dieser aber findet an den Bergen der Oberfläche eine Stelle d, an der er fast senkrecht nach h reflectirt und fast ohne Brechung nach e weiter gehen kann. Hier einen mit d parallelen Flächentheil antreffend, wird er nach f reflectirt und seine Fortsetzung f g interferirt mit d h. Die Strecke d e aber ist grösser als die senkrechte Dicke der Schale.

Dass im Uebrigen, ganz wie bei den Ringen zwischen Gläsern, bei Vergrösserung des Neigungswinkels die Farbe fällt, davon habe ich mich sowohl unter dem Mikroskop bei Drehung des Präparats um eine Horizontalachse, als unter der Loupe überzeugt, wenn ich eine auf der Spitze einer Nadel aufgespiesste Schale in verschiedene Lagen brachte. Immer breiten sich die hochgelben Flecke aus; vorher orangerothe Flecken werden hellgelb u. s. w. In der Mitte des Hochgelb habe ich bisweilen einen blassgrünlichen Schimmer bei grossem Neigungswinkel gesehen; die Theorie zeigt, dass auch bei 50° Incidenz nur das wenig ausgesprochene Grün II. Ordnung erscheinen kann.

Lässt man Schalen im Wasser treiben, so dass sie sich gelegentlich umwenden und drehen, so kann man die oben erwähnten Farben ebenfalls sehen; doch ist meistens nur das Gelb und Orange deutlich. Die Flecke liegen aber ebenso wie bei trockenen Objecten und verschwinden, sobald die Neigung sich ändert. Die Intensität des Lichts ist natürlich sehr gering. Unter recht günstigen Verhältnissen habe ich selbst an in Balsam liegenden Pleurosigmen die gelben Flecke wahrgenommen, namentlich bei grellem Lampenlicht. Auch geglühte Pleurosigmen geben die Farben. Aus diesen Umständen scheint mir hervorzugehen, dass sie, wenn sie überhaupt Wasser aufnehmen, dadurch ihre Dicke nicht ändern.

Die Complementärfarben im durchgelassenen Licht sind zwar schwach; man nimmt sie aber bald wahr, sobald man sich die Grenzen der Farben im reflectirten Licht an einem bestimmten Exemplar gemerkt hat. Selbst bei hohen Vergrösserungen ist dieser Schimmer noch zu erkennen.

Alles bisherige ist an den Flensburger Pleurosigmen ermittelt

worden; die französichen verhalten sich durchaus abweichend. Sie geben keine deutlichen Flecke; vielmehr scheint der Mittelknoten das Centrum zu sein, um das sich langgezogene Ringe ordnen. Die Farbe erscheint zu gleicher Zeit immer nur an schmalen Stellen und ist meistens ein missfarbiges Röthlichgelb, das aussen in Roth übergeht. Ihre Deutung ist mir nicht gelungen; muthmasslich ist es die letzte Hälfte der dritten Ordnung. Die vielen inneren Reflexionen an den Kammerwänden scheinen hier das Zustandekommen glatter Farben zu verhindern. Der Mittelknoten ist häufig grün.

Gar keine Farbe giebt P. balticum, was wegen der grossen Dicke der Schale und der complicirten inneren Structur nicht zu verwundern ist. Dagegen zeigen seine glatten Ringmembranen Farben, anscheinend aus der III. Ordnung.

Schliesslich mache ich hier noch auf verschiedene Fehlerquellen aufmerksam, denen man bei Deutung der Farben begegnet:

1) Eine gelbbräunliche Farbe im durchgelassenen Licht, die bisher für ein eigenthümliches Pigment der Schalen gehalten zu sein scheint, wenigstens in den systematischen Werken als color frustuli exsiccati auch bei anderen Species ausser P. angulatum erwähnt wird. Wir kennen nicht ihren etwanigen Einfluss bei reflectirtem Licht; übrigens ist sie bei dem Flensburger P. angulatum sehr wenig wahrnehmbar. Ich verweise in dieser Beziehung auf den folgenden Abschnitt.

2) Die Gitterspectralfarbe. Ueber diese Erscheinung im durchgelassenen Licht habe ich meiner erwähnten Arbeit ausführlich geredet. Die Pleurosigmen geben aber auch ein Spectrum im reflectirten Licht. Man kann sich nur dann sicher hiervon überzeugen, wenn man sie nicht auf Glas, sondern auf eine undurchsichtige, nicht spiegelnde Unterlage legt. Denn das von den beiden Glasflächen reflectirte, die Schalen durchlaufende Licht giebt ein Spectrum, welches in seinen Winkelwerthen genau mit dem von den Pleurosigmen direct reflectirten Spectrum übereinstimmt. Es gelingt übrigens der Versuch auch, wenn man die an der unteren Glasfläche anklebenden Pleurosigmen von oben untersucht. Bei der gewöhnlichen Stellung, die das Arbeitsmikroskop zum Fenster hat, gelangt von diesem Gitterspectrum bei den feineren Flensburger Pleurosigmen das blaue, bei den französischen schon das grünlichblaue Licht in das Objectiv, wenn man ohne Lieberkühn'schen

Spiegel mit einem Objectiv von grosser Brennweite arbeitet. Auch in dem vom Lieberkühn reflectirten Licht lässt sich dies Spectrallicht nicht ganz vermeiden. Man unterscheidet es von der Farbe dünner Blättchen dadurch, dass es die Schalen ganz gleichmässig mit dem blauen Hauch übergiesst, während die Lamellenfarbe von Ort zu Ort wechselt.

3) Kleine Partikelchen des Wasserrückstandes, die auf den Schalen hängen geblieben sind, wirken als Verdickung und erhöhen die Farbe oft bedeutend. Einzelne Schalen werden dadurch ganz bunt. Namentlich in dem Hochgelb der Flächen tritt eine solche Erhöhung als dunkelrother Punct stark hervor.

4) Wählt man festgeklebte Pleurosigmen zur Untersuchung, so giebt häufig die zwischen der Schale und dem Glase befindliche dünne Luftschicht ebenfalls die Farben dünner Blättchen. Die Newton'schen Ringe treten dann in der Form verzerrter Curven hervor, deren man häufig alle 7 sieht. Dass ihre Farben die Farben der Schalen ändern, habe ich nicht bemerkt[1]).

5) Nicht mit diesen Curven zu verwechseln ist ein anderes System von Curven, welches sich erzeugt, wenn 2 Schalen mit nahezu gleich gerichteter Längsachse auf einander liegen. Dasselbe entsteht wie bei 2 Drahtgittern durch Deckung gleichartiger Elemente und vergrössert also gewissermassen nach dem Princip des Nonius. Liegen die Schalen mit den Rippen recht genau, so kommt selbst die Sechseckzeichnung in so grossem Maassstabe zum Vorschein, dass man sie schon mit 50—60mal. Vergrösserung deutlich sieht. Bei gesteigerter Vergrösserung werden quincuncial gestellte Lichtknoten mit ebenso gestellten Schatten daraus, und bei sehr starken Objectiven löst sich das ganze Bild in Nebel auf. Diese in durchfallendem Licht zu beobachtenden Curven kann man auch im reflectirten Licht sehen. Ich erwähne sie hier nur, weil einmal eine Curve so breit werden könnte, dass man sie wegen der Intensitäts-

---

1) Wie zwei übereinander liegende dünne Lamellen wirken, scheint nicht untersucht zu sein. Man sollte denken, es verhielte sich die Sache ebenso, wie beim Gyps in der Polarisation. Dennoch finde ich, dass 2 übereinander gelagerte Ringsysteme (häufig bei Spaltung des Gypses zu beobachten) sich in ihren Hauptfarben nicht stören.

abnahme des Lichts für etwas der Lamellenfarbe Angehöriges halten könnte; Farben geben und ändern sie nicht.

Das Vorstehende mag genügen, einen Begriff von den Schwierigkeiten zu geben, denen man bei der Benutzung des reflectirten Lichtes in dieser Untersuchung ausgesetzt ist. Wenn in Zukunft die Beobachtung in diesem Lichte durch Herstellung besserer Objective erleichtert sein wird, lässt sich vielleicht mehr davon erwarten. Z. B. würde man das Vorhandensein von Löchern in einer Membran damit feststellen können, die unter allen Neigungswinkeln dunkel bleiben müssen. Meine hierauf gerichteten Untersuchungen (mit etwa 400mal. Vergr.) haben immer nur negative Resultate gehabt.

4. Polarisationserscheinungen.

Von diesem Gebiete, welches für Diatomeen bereits von hervorragenden Forschern bearbeitet worden, habe ich nur einige Vorgänge zu melden, welche über das bereits Bekannte hinausgehen dürften. Nachdem ich gefunden hatte, dass wir bei Pleurosigma hier mit verschiedenen Erscheinungen zu thun haben, bin ich bemüht gewesen, dieselben zu sondern. Meiner Ansicht nach kommen hier nämlich dreierlei Erscheinungen vor.

1) Doppelbrechung durch innere Spannung in Folge des Verlustes von Wasser. Es ist dies diejenige Erscheinung, welche Valentin[1]) einer näheren Untersuchung unterzogen hat, aus der er ermittelte, dass die eine längere Achse des Elasticitätsellipsoids der Längsachse der Schalen parallel liegt. M. Schultze[2]) wies nach, dass die vermeintliche Doppelbrechung aufhört, wenn man die Pleurosigmen in Canadabalsam bringt, und erklärt demnach den Vorgang aus einer Depolarisation durch Refraction[3]).

---

1) Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe etc. S. 203.

2) Die Structur der Diatomeenschale, Verhandl. des naturh. Ver. d. Rheinlande u. Westphalens. Bonn 1863. S. 39.

3) Mit dieser Ansicht kann ich mich nicht einverstanden erklären, da man aus ihr die Vorgänge der Farbensteigerung durch Verdoppelung doch schwerlich ableiten kann. Auch will es mir nicht gelingen, durch eine Platte mit Diamantstreifen von 0,5 μ Distanz (nicht von Nobert verfertigt) eine Wirkung bei Anwendung einer Gypsplatte zu erzielen, was doch geschehen müsste, wenn sie denselben Einfluss hätte, wie eine Pleurosigmaschale.

Hat man das gewöhnlich benutzte Gypsplättchen von Uebergangsviolett III. Ordnung eingeschaltet, so ist die Addition der unter + 45° mit der Längsachse liegenden und die Subtraction der unter + 45° orientirten Pleurosigmen (ich spreche hier zunächst von den grobgezeichneten französischen) leicht zu beobachten. Die resultirenden Farben scheinen sich auch in der Newton'schen Reihe zu befinden. Für sehr feine Polarisationsuntersuchungen habe ich neuerdings die sehr dünnen Gypsblättchen, welche zwischen gekreuzten Nicols möglichst reines Weiss I. Ordn. geben, zweckmässiger gefunden. Zwischen parallelen Nicols sind sie dunkelrothviolett gefärbt. Die Uebergänge nach Blau und Roth liegen hier so ungemein nahe, dass es mir nicht gelingen wollte, grössere Platten als etwa von 2 Mm. Seitenlänge mit glatter Farbe herzustellen. Die Farbe ist, wenn sie richtig getroffen, so dunkel, dass man sie für stärkere Objective nicht mehr verwenden kann. Untersucht man getrocknete Pleurosigmen auf dieser Platte, so findet man das Blau der unter + 45° liegenden anders als das einer Gypsplatte von entsprechender Dicke (es bleibt zu dunkel); ebenso ist das Subtractionsgelbbraun verschieden von dem in der ersten Hälfte der I. Ordnung liegenden. Deutlicher wird dies noch, wenn man 2 so auf einander liegende Schalen nimmt, dass ihre Längsachsen nahezu parallel streichen. In diesem Falle wirken beide Schalen wie die Verdoppelung einer Gypsplatte. Die Additionsfarbe wird ein schön leuchtendes Blaugrün, das sehr an die III. Ordnung erinnert; mindestens kommt in der II. Ordnung eine derartige Lebhaftigkeit nicht vor. In Subtraction erscheint ein ebenso lebhaftes Hochgelb, vergleichbar mit der Mitte der II. Ordnung und ganz abweichend von den schmutzig-gelbbräunlichen Tönen, die im durchgelassenen Licht im ersten Drittel der I. Ordnung liegen. Man kann hierauf zunächst eine Maassbestimmung der Doppelbrechung gründen. Indem ich meine Gypsplatte nach Valentin's Zahlen zu dem Luftwerth 275 taxire, komme ich für den Werth zweier Schalen auf etwa 120, also der einzelnen auf 60 Lufttheile. Gleiche Ergebnisse liefert eine Gypsplatte von etwas grösserer Dicke, die ein tiefes Stahlblau mit Lilaschimmer im durchgelassenen Lichte zeigt, und den Werth 290—300 haben dürfte. (Einfache Wirkung: Subtraction Orangerothbraun, Addition Grünlichblau; doppelte: Subtraction Gelb, Addition schönes Grün.) Recht augenfällig tritt die Wirkung doppelter Lage bei Anwendung einer Gypsplatte hervor, die zwischen

parallelen Nicols das Gelbbraun I. Ordnung zeigt, und den Luftwerth von etwa 180 hat. Alle doppelten Exemplare zeichnen sich dann durch die starke Dunkelheit — ein sehr tiefes Indigo-Violett — vor der einfachen Lage, die nur Roth giebt, aus.

Als ich an einer gestreiften Diatomee, Navicula amphisbaena, die wie die Flensburger Pleurosigmen eine Zerfaserung gestattet, gefunden hatte, dass die längere Achse des Ellipsoids in der Längsrichtung der Fasern liege (die Erscheinung ist hier noch viel ausgeprägter als bei Pleurosigma), glaubte ich daraus ableiten zu können, dass eine Faser sich in Folge des Wasserverlustes in der Querrichtung zusammenziehe, wie eine trockene Holzzelle. Wenn jedes Fasersystem bei Pleurosigma ein Gleiches thut, so kann nur der unter ± 45° orientirte Zug die Farbe ausgeprägt zeigen, der andere wird in der Nähe der Neutralregion liegen. Das Ganze muss eine Mischfarbe zeigen, die von der Newton'schen Reihe abweicht, und daher vielleicht eine Erklärung der obigen Abweichung bieten könnte. Der Versuch mit zwei unter 60° gekreuzten Gypsplättchen, die den ungefähren Pleurosigma-Werth hatten, bestätigt dies nicht; man erhält durchaus andere Farbentöne. Ueberdies passt auch der Vergleich mit Alternativ- und Consecutivfarben nicht, da man es nicht mit übereinanderliegenden Platten, sondern mit nebeneinander liegenden kleinen Theilen verschiedener Färbung zu thun hat. Bei 2000mal. Vergrösserung mit Uebergangsviolett untersucht, konnte ich auch keine Verschiedenheit in der Färbung der einzelnen Sechseckseiten constatiren. Hiernach scheint es also, als wenn bei Pleurosigma die Contraction durch Austrocknung nicht in je einer der Faserrichtungen selbstständig erfolgt, sondern in der Resultante aus beiden, die allerdings wieder, den Beobachtungen conform, mit der Querrichtung zusammenfällt. — Die porenlosen Streifen geben keine merkbare Wirkung an der Gypsfarbe; die Mittelrippe aber eine sehr starke, im Sinne der übrigen Fläche.

Die Flensburger Pleurosigmen sind etwas weniger doppelbrechend, was indess wohl bloss von der dünneren Schale herrührt. Ich finde nämlich als Luftwerth im Mittel aus Beobachtungen mit verschiedenen Gypsplättchen und mit 2- oder 3fach über einander liegenden Schalen etwa 40.

Sehr confuse Erscheinungen giebt P. balticum. Es würde eine verfehlte Arbeit sein, eine Erklärung derselben gegenwärtig auch nur zu versuchen, da wir weder den Einfluss der Krümmung ge-

nauer bestimmen können, noch über die wahrscheinlich vorhandene dritte Ellipsoidachse etwas wissen.

2) Doppelbrechung durch besondere Molecular-Anordnung unabhängig vom Wasser. Auf diese ist gleichfalls schon von M. Schultze aufmerksam gemacht worden[1]), ich weiss nicht, ob speciell für Pleurosigma. Die deutlichste Wirkung sieht man, wenn man Pleurosigmen im Wasser rollt, an denen, die nahezu mit dem einen Rande aufgerichtet sind. Aber man kann sie auch in der Flächenlage nachweisen, wenn man die obigen sehr empfindlichen Gypsplättchen anwendet. Z. B. das Rothviolett bekommt in Subtraction deutlich einen mehr braunrothen Ton, in Addition eine Hinneigung zu Dunkelblauviolett. Im Vergleich zu der Doppelbrechung durch Austrocknung ist indess diese Wirkung nach einer ganz beiläufigen Schätzung wohl nicht über den Luftwerth von 10 zu setzen. Diese Versuche sind mit den in Salpetersäure und chlorsaurem Kali gekochten französischen Pleurosigmen angestellt worden, von denen anzunehmen sein dürfte, dass die organische Substanz aus ihnen entfernt ist. Es ist vielleicht am Orte, hier daran zu erinnern, dass kleine Quarzkrystalle mit liegender Längsachse und von der Dicke der Schalen einigermassen die gleiche Doppelbrechung geben würden. Ein kleiner Krystall, dessen Dicke ich zu 308 μ mass, gab mit der Achse unter + 45° orientirt, etwas mehr als Roth V. Ordn., leicht also den Luftwerth 3000. Nach Biot soll man beim Quarz den Luftwerth mit 109 multipliciren, um die Quarzdicke zu finden, was ungefähr hierzu passt. Ein Quarzkrystall (oder eine grosse Zahl kleiner Krystalle zusammen) von 0,6—0,9 μ Dicke wird also den Luftwerth von etwa $\frac{3000 \times 0,6}{308}$ bis $\frac{3000 \times 0,9}{308}$, oder 6—9 haben.

P. balticum zeigt natürlich diese Art der Doppelbrechung viel deutlicher.

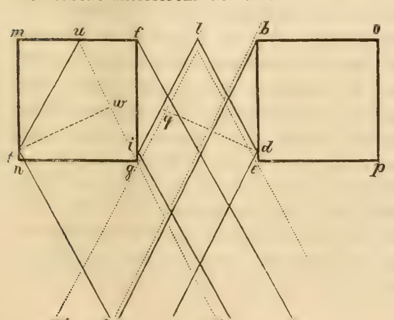
3) Die Fähigkeit der Schalen, natürliches Licht theilweise zu polarisiren. Folgendes ist die wohl bisher nicht beachtete Erscheinung. Wenn man vom Polarisationsmikroskope den unteren Nicol entfernt, und nun den oberen um seine Achse dreht, so bemerkt man eine Aenderung der Lichtvertheilung an den Schalen (französisches geglühtes P. angulatum). An einzelnen erscheint das Gelbbraun besonders ausgeprägt, der Rand namentlich dunkel; andere

1) l. c. S. 40.

um 90° gegen die ersteren geneigte, sind viel heller gefärbt, die Fläche nimmt einen fast grünlichen Ton an, der Rand ist weniger dunkel. Durch Drehung sowohl des Analysators als des Präparates kann man jeder Schale diesen Wechsel der Lichtintensität geben, und sich davon überzeugen, dass die polarisirende Kraft in den Schalen liegt, und nicht etwa schon polarisirtes Himmelslicht die Ursache ist. Man sieht dabei, dass die Polarisationsebene der durch die Schalen gegangenen Lichtstrahlen rechtwinklich auf der Mittelrippe steht.

Die Färbung der trocknen Pleurosigmen im durchgelassenen Licht hängt demnach zum Theil mit dieser Polarisation zusammen; zum Theil sahen wir sie in der Färbung dünner Blättchen begründet; allein der bei weitem überwiegende Theil dieser Farbe ist damit noch nicht erklärt. Dass sie keine eigenthümliche, in der Substanz liegende ist, kann man leicht feststellen, indem man die Schalen in Wasser bringt; sie sind dann glasartig durchsichtig, in grösseren Mengen fast schneeweiss. Die Farbe muss also eine blosse optische Erscheinung sein. Ich habe eine, auf die jetzt bekannte Kammerstructur gegründete Erklärung versucht, indem ich die im Innern der Schale vorkommenden Reflexionen näher untersuchte. Solche Untersuchungen können vielleicht später zum Ziele führen; vor der Hand betrachte ich den Versuch dazu nur als ein Wagstück und gebe ihn in der Anmerkung im Detail[1]). Die Farbe scheint

1) Wenn die Wände der Kammern einigermassen senkrechte Flächen zur Begrenzung haben, so wird ein in etwas schiefer Richtung von unten kommender Lichtstrahl von der einen Wand gespiegelt werden. Es tritt dann die von Nägeli und Schwendener (Mikroskop, Theil I. S. 219) beschriebene Interferenz des directen Lichtes mit reflectirtem ein. (Es kann wohl den Mikroskopikern nicht dringend genug empfohlen werden, den l. c. angegebenen Versuch recht genau zu studiren, da die daraus abzuleitenden Gesetze in hohem Maasse alles mikroskopische Sehen beeinflussen. Einiges finde ich nicht so, wie dort erwähnt, z. B. die Anordnung der Farben der Interferenzlinien; man hat es hier nicht mit Spectren zu thun,



mir nach Vergleichung zahlreicher Gypsplatten aus der I. Ordnung am besten mit dem schmutzigen Gelbbraun übereinzustimmen, das man im durchgelassenen Licht etwa bei den Luftwerthen 150—200 wahrnimmt.

---

sondern mit einer Farbenreihe, die ganz genau der Newton'schen entspricht.) Man nehme an, es seien in vorstehender Figur m f n g und b o e p Stücke von Kammerwänden im Querschnitt, die nahezu gradlinig begrenzt wären; f b g e stelle die Kammer vor. Ein Lichtstrahl a b, der die Wand in b trifft, verändert bei seiner Reflexion an dem dichteren Medium seine Phase um $^1/_2$ Welle; er interferirt daher mit einem in nahezu gleicher Richtung laufenden (durch die punctirte Linie angedeuteten) Strahl a b im Punkte b für alle Farben, so dass völlige Dunkelheit entsteht. Ein Strahl c d wird nach l reflectirt; er interferirt dort mit dem directen Strahl m' l; ersterer hatte in d die gleiche Phase mit q, nach der Umsetzung in d um $^1/_2$ Welle geht er den längeren Weg d l; letzterer geht den kürzeren Weg q l. Von der Differenz beider Wege hängt es ab, ob die Interferenz im Puncte l Erlöschen oder Verstärken der betreffenden Farbe bewirkt. Führt man diese Betrachtung für die verschiedenen Wellenlängen des Spectrums durch, so sieht man leicht, dass der Zwischenraum von b bis l bei dem ersteren Puncte mit Schwarz beginnen und dann die verschiedenen Farben der Newton'schen Ringe im reflectirten Lichte zeigen muss. Das lässt sich übrigens auch experimentell auf dem Tische des Mikroskops leicht bestätigen mittelst senkrecht gestellter Deckgläser. Strahlen, die unter gleich grossem, aber entgegengesetztem Winkel gegen die Senkrechte geneigt sind, also k f und h i, bewirken an der gegenüberliegenden Fläche f g dasselbe. Liegen die Farben von b bis l alle in der ersten Hälfte der ersten Ordnung, so sind es eigentlich nur Abstufungen von Schwarz durch Grau zu Weiss; man wird jedenfalls kein Gelb wahrnehmen. Befasst die Strecke b l die ganze erste Ordnung, so ist die Resultante in l eine sehr dunkle Linie, die in der Mitte aus Dunkelpurpurviolett gebildet wird und beiderseits gelb begrenzt erscheint. Eine zwischen diesen beiden Werthen liegende Grösse könnte zur Folge haben, dass der Punct l z. B. orangefarbig wird. Da, wie bemerkt, die Partieen nach b und f hin durch ihr Grau das Gelb nicht beseitigen können, so müsste eine Fläche, die sehr viele kleine Körperchen in der Anordnung der Figur trägt, bei passendem Neigungswinkel der einfallenden Strahlen in der That gelb schimmern. Die Rechnung mit den oben für P. angulatum (französische Exemplare) gefundenen Werthen zeigt, dass bei einem Objectiv wie dem von mir benutzten, mit 25° Oeffnungswinkel die gelbe Farbe nicht zu Stande kommen kann. Setzt man für die Höhe der Kammerwände den wahrscheinlich zu hoch gegriffenen Werth 0,8 μ an = b d, und nimmt man als Neigung der Randstrahlen a b gegen die Senkrechte 12°, so erhält man als Differenz der Wege l q und l d:

5. Schlussbemerkungen.

Aus den mitgetheilten Untersuchungen wird sich eine Erklärung der Thatsache, dass bei Verstellung des Focus die Sechsecke des P. angulatum und die Puncte einander nicht entsprechen, ableiten lassen.

Man stellt den Vorgang der Lichtbrechung in Membranen,

$$\text{l d} - \text{l q} = \frac{0{,}8}{\cos 12^{\circ}} - \frac{0{,}8 \ \cos 24^{\circ}}{\cos 12^{\circ}} = 0{,}072 \ \mu$$

Erst wenn diese Differenz die Hälfte des Mittelwerthes der Wellenlängen aus dem hellsten Theil des Spectrums, also etwa 0,28 μ erreicht, kann das Weiss der I. Ordnung in l erscheinen; l bleibt also noch im Grau.

Nun entsteht aber bei der vorausgesetzten Beschaffenheit der Kammerwände noch eine zweite innere Reflexion, nämlich von Seiten des in der dichteren Substanz der Wände verlaufenden Strahlen. Ein Strahl r m — bei dem wir der Einfachheit wegen von der Richtungsänderung durch Brechung absehen wollen — wird aber bei dieser Reflexion nicht um eine halbe Wellenlänge versetzt; ein in gleicher Richtung laufender directer Strahl erzeugt also im Puncte m keine Dunkelheit, sondern Lichtverstärkung für alle Farben, daher Weiss. Der in t nach u reflectirte Strahl t s interferirt in u mit dem directen Strahl v u ebenso, wie wir bei der ersten Reflexion in l gesehen haben. Daraus folgt, dass die von m bis u auftretenden Farben diejenigen der Newton'schen Ringe im durchgelassenen Lichte sind, wie man das gleichfalls mit einem Deckglase bestätigen kann. Rechnet man nun mit den oben angenommenen Grössen, also u t — u w = l d — l q = 0,072 μ, und lässt nicht ausser Acht, dass eine Welle in der Kammerwand 1,5 mal so klein ist als in der Luft, dass also diese Differenz einen Luftwerth von 0,108 μ hat, so findet man, dass die Stelle u hellgelbbräunlich werden muss. Das weiter nach m hin liegende Weiss, welches nach u immer einen stärker werdenden gelben Ton hat, wird diese Farbe nicht merklich abschwächen.

Wenn diese Erklärung der gelbbräunlichen Farbe unseres Pleurosigma richtig ist, dann muss dieselbe von 3 Factoren abhängen: der Höhe der Kammerwände, der Distanz derselben und dem Oeffnungswinkel des Objectivs (dem Neigungswinkel der Strahlen m r). Verkleinert man den Neigungswinkel, so rücken die Interferenzlinien aus einander, vergrössert man ihn, so nähern sie sich an m, und wirken Strahlen sehr verschiedener Neigung gleichzeitig, so erzeugt der eine Dunkelheit, wo der andere Helle hervorbringt; es erscheint also nichts. Die unmittelbare Beobachtung ist dieser Auffassung günstig. Steigt man in der Reihe der Objective aufwärts, so bleibt zuletzt kaum etwas von dem Gelbbraun übrig. Auch giebt es Diatomeen genug, die bei kleinem Oeffnungswinkel andere Farben, z. B. ein schönes Blau zeigen, selbst noch, wenn sie in Balsam liegen.

die eine ebene und eine wellenförmige Grenzfläche haben, so dar, dass die Berge über sich helle Linien, die Thäler unter sich helle Linien erzeugen. Der Zwischenraum zwischen diesen hellen Linien bleibt natürlich grau. Verschafft man sich solche Membranen, z. B. den Abdruck einer Feile in festen Canadabalsam, so sieht man, dass in dem zusammengesetzten Mikroskop (schwächste Vergrösserung) die Sache damit nicht völlig abgethan ist. Stellt man auf die hellen Linien über den Bergen ein und hebt nun langsam den Tubus, so verbreitern sich die Linien immer mehr, die grauen Zwischenräume werden schmäler; endlich tritt an der Stelle, wo früher die helle Linie lag, wieder ein grauer Schatten auf, und die früheren Schatten sind hell geworden. Dies Bild ist allerdings nur nebelhaft im Vergleich zu der eigentlichen reellen und virtuellen Brennlinie, aber doch deutlich nachweisbar. Eine gleiche Umsetzung erfolgt unterhalb des virtuellen Bildes, sobald man den Tubus senkt. Ein und derselbe Punct in der Bildfläche des Oculars kann demnach 4 mal seine Beleuchtung wechseln, und vermuthlich kann man die Zahl der Scheinbilder durch passende Wahl der Streifendistanzen und recht gute Flächen noch vermehren.

Ganz dieselbe Erscheinung ist nun das Umsetzen der Bilder bei P. angulatum, welches M. Schultze genauer beschrieben hat[1]). Er sah 5 Bilder; ich habe es bis auf 6 gebracht. Nämlich bei fortgesetzter Senkung des Tubus erscheint mir:

1) Ein mattes, nebelhaftes Bild, die Kammerwände sind grau, die Kammern hell;
2) scharfes Bild, die Sechsecke hell, also wahrscheinlich die reellen Brennlinien der Wände die Kammern als runde dunkle Kreisflächen;
3) sehr scharfes Bild, Wände grau, Kammern hell, wahrscheinlich die virtuellen Brennpuncte derselben;
4) minder scharfes Bild, Wände hell, Kammern dunkel;
5) schlechtes Bild der grauen Sechsecke, mit hellen Puncten;
6) sehr mattes nebelhaftes Bild, in dem die Wände wieder hell geworden sind.

Die Entfernung von Nr. 1—6 scheint mir an der Mikrometerschraube noch recht gut messbar zu sein; ich besitze leider keine genügende Vorrichtung hierzu.

---

1) l. c. Separatabdruck S. 33.

Die über und unter den Kammern liegenden Membranstücke müssen hiebei wie 2 Concavlinsen wirken, die Kreuzungsstellen der Wände oder Fasern unter Hinzurechnung der Erhabenheit auf der Innenfläche wie Convexlinsen nach Art der Cylinderloupen. Der ganze Vorgang erinnert an die Erscheinung eines Lebermoosblattes mit grossen Zwickelmaschen unter schwacher Vergrösserung. Dass dabei die Erhabenheiten der inneren Seite nur sehr wenig die schon durch die Kammerwände hervorgebrachte Erscheinung beeinflussen, lehren auf das Unzweideutigste die Abdrücke. Man wird finden, dass ein durch festgewordenen Wasserrückstand an eine Glasplatte befestigtes sehr feingezeichnetes Pleurosigma schon bei der geringsten Neigung des Spiegels die Streifung an der Klebstelle ganz deutlich zeigt, obgleich in diesem Falle die Sculptur der einen Seite wegen des annähernd gleich grossen Brechungsexponenten des Klebmittels ganz ausser Wirksamkeit gesetzt ist. Ein Collodiumabdruck (von ebenfalls nicht sehr abweichendem Brechungsexponenten) lässt unter gleichen Umständen nie etwas von der Streifung sehen.

Die Schlüsse, die ich aus einer beobachteten Abweichung bei den Gitterspectralerscheinungen auf die Beschaffenheit der Sculptur der Innenfläche zog[1]), erweisen sich zwar in Folge der jetzt ermittelten complicirten inneren Structurverhältnisse nicht als zutreffend. Dennoch bleibt die Thatsache unzweifelhaft und man braucht nach einer Erklärung jener Abweichung nicht weiter zu suchen; denkt man sich nämlich eine zweite Figur, wie die dort gezeichnete mit ihr verknüpft, so dass Leiste auf Leiste trifft, also nur eine Verdoppelung der damals behaupteten Structur, so hat man die Wirklichkeit vor sich. Es können dann natürlich beide Grenzflächen eben sein, ohne etwas an der Spectralerscheinung zu ändern.

Was übrigens die von Prof. Schiff[2]) behauptete Structur des Pleurosigma anbetrifft, so habe ich schon aus den Spectralerscheinungen abgeleitet, dass sich die Sache nicht so verhalten könne. In der That geht aus der zellenartigen Beschaffenheit der Schale hervor, dass man hier mit möglichst einfachen Erklärungsversuchen, an die ich selbst früher dachte, nicht auskommt. Ebenso ist die Annahme von Kieselprismen nicht haltbar; und wenn nicht die Kielselerde darin in amorphem Zustande vorkommt, die schwache

---

1) L. c. S. 739.

2) Dieses Archiv Bd. II. S. 287 u. 291.

Doppelbrechung also auf andere zur Zeit unbekannte Ursachen zurückgeführt werden muss, so muss sie in Krystallen bestehen, deren Grösse weit unter der mit den heutigen Mikroskopen erreichbaren Grenze steht[1]).

Eine Benutzung der im Obigen ermittelten Thatsachen zur Erklärung der Bewegungserscheinungen der Diatomeen scheint mir vielleicht zu weiteren Aufschlüssen zu führen. Mit besonderem Eifer habe ich die Mittelrippe und ihre nächste Umgebung durchforscht, nachdem ich einmal die merkwürdige Beschaffenheit derselben erkannt hatte. Vergleicht man hierzu die Untersuchungen M. Schultze's an lebenden Pleurosigmen[2]), so scheint es, dass der Kiel mit einem Protoplasmastrom angefüllt ist. Hier aber ist wegen der grossen Dünnheit der Membran in den porenlosen Streifen der lebhafteste Verkehr mit der Aussenwelt zu erwarten; eine Steigerung nach den Enden hin könnte man aus der grösseren Zuschärfung des Kiels folgern. Bei der Erhabenheit der Rippe und dem glatten Zustande der porenlosen Streifen wird auch ein auf der Innenseite laufender Strom leicht für aussen befindlich gehalten werden können. Da bisher das Vorhandensein von Löchern in der Schale durchaus nicht hat constatirt werden können, wird man den endosmotischen Verkehr doch wohl als die Bewegungsursache festhalten müssen. Uebrigens findet sich eine ähnliche Einrichtung an manchen Navicula-Arten, die eine aus 2 Stäben bestehende Rippe besitzen; der Zwischenraum zwischen beiden ist äusserst verdünnt (N. amphisbaena).

Indem ich diese Resultate mehrmonatlicher Bestrebungen der Oeffentlichkeit übergebe, benutze ich diese Gelegenheit, Herrn I. D. Möller in Wedel, der durch freundliche Ueberlassung des Untersuchungsmaterials mich zur Vornahme dieser Studien in den Stand gesetzt hat, hierfür meinen Dank abzustatten.

Schleswig, 12. Mai 1870.

1) Wenn ich den Hrn. Herausgeber dieses Archivs in meinem früheren Aufsatz als Vertreter dieser Kieselprismentheorie bezeichnet habe, so geschah das in Folge der Anführungen von Valentin (Polarisation, S. 203). Ich habe mich seitdem aus der mir gütigst zugestellten, schon oben mehrfach citirten Originalarbeit überzeugt, dass er darin grade zu dem entgegengesetzten Resultat gelangt ist.

2) Dieses Archiv Bd. I. S. 376.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXVII.

Fig. 1. Ein Gummischnitt mit verschiedenen Querschnitten (einem sehr schiefen) von Pl. angulatum, in Luft gesehen (Flensburger Exemplare) ($\frac{400}{1}$).

Fig. 2. Stück eines groben Querschnittes, von P. angulatum, in der Flächenansicht, im Wasser. a a halb isolirte Fasern, welche fransenartig am Rande hängen geblieben sind (Flensb. Ex.) ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 3. Desgleichen, durch Erschütterung beim Schneiden entstandene Risse zeigend, die immer in Zickzackform laufen ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 4. Eine einzelne Faser aus einem Präparat wie Fig. 2, von der Fläche gesehen, in Wasser ($\frac{5000}{1}$).

Fig. 5. Querschnitt einer Schale des Flensburger P. angulatum, in Wasser, anscheinend nicht weit vom Mittelknoten ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 6. Desgleichen, näher nach den Enden hin ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 7. Kleiner Theil eines sehr gelungenen derartigen Querschnittes, jede einzelne Faser erscheint als kleines Oval ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 8. Kleines Stück einer Faser aus einem Schnitt wie Fig. 2, wo sich einzelne Fasern weiter abgelöst und gekrümmt hatten, so dass sie eine Seitenansicht gewährten. Es bleibt zweideutig, ob die dunkeln Stellen von der Seite gesehen breiter sind als die Zwischenräume oder nicht ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 9. Die Mittelrippe aus einem sehr feinen Querschnitt, unweit des Mittelknotens. a b die Höhe des Kiels, c d porenlose Streifen ($\frac{5000}{1}$).

Fig. 10. Desgleichen von einem mehr nach dem Ende geführten Schnitt. r die Rückenfurche ($\frac{5000}{1}$).

Fig. 11. Ein vollständiger Querschnitt von P. angulatum, (nicht gekochte französische Exemplare), in Gummi arabicum liegend. chl geronnener Chlorophyllballen. r die glatte Ringmembran, die sich beim Kochen an den sehr verdünnten Stellen x von den Schalen trennt. w dickste Stelle der Schale ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 12. Kleines Stück eines solchen Schnittes ($\frac{5000}{1}$).

Fig. 13. Vollständiger Querschnitt von P. balticum aus derselben Aufsammlung, in Gummi arabicum. cl. Chlorophyllballen. m Mittelrippe. n Nebenrippe. p der tiefe, p' der flache porenlose Streifen. x wie in Fig. 11 ($\frac{1920}{1}$).

Fig. 14. Kleiner Theil eines solchen Schnittes, in Wasser ($\frac{5000}{1}$).

Fig. 15. Gewaltsam gesprengter, äusserst zarter Querschnitt, von P. balticum,

das vorher in Salpetersäure und chlorsaurem Kali gekocht war. Der Schnitt liegt in Balsam. g g Gummi arabicum, r r Riss in diesem ($\frac{1920}{1}$).

Fig. 16. Rand einer gekochten Schale von P. balticum von der Fläche gesehen. Längsstreifung wenig deutlich ($\frac{1920}{1}$).

Fig. 17. Die gleiche Partie einer ungekochten, noch mit dem Ringe r verbundenen Membran. s das sehr verdünnte Membranstück, welches wie eine Concavlinse wirkt ($\frac{1920}{1}$).

Fig. 18. Stück des französischen P. angulatum, von der Fläche gesehen. m Mittelrippe. p porenlose Streifen. x Stelle, wo sich Wasserrückstände als Pünctchen zu lagern pflegen ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 19. Querschnitt von P. Scalprum (?) in Gummi ($\frac{1920}{1}$).

Fig. 20. Kleines Stück eines Collodiumabdruckes von P. angulatum (französisches Exemplar), a die Querstreifung auf dem Collodium, b hängen gebliebenes Stück der Pleurosigmenschale. Das Licht fällt in der Richtung des Pfeiles ein ($\frac{2000}{1}$).

Fig. 21. Collodiumabdruck der Aussenseite von P. angulatum.

Fig. 22. Desgl. der Innenseite.

Fig. 23. Schema zur Versinnlichung der bei dem Flensburger P. angulatum erscheinenden Farben dünner Blättchen im reflectirten Licht bei allseitiger Beleuchtung. a Hochgelb II. Ordn. b Orange in Purpur übergehend. c Dunkel, schimmert bläulich. d d Hellblau. e Grün III. Ordn.

Fig. 24. Schema, um den Gang der Lichtstrahlen bei Erzeugung von Newton'schen Ringen auf dem Tisch des Mikroskopes zu zeigen. o Objectiv. l Lieberkühn'scher Spiegel. t Mikroskoptisch. u Blendungsscheibe mit der excentrisch gestellten Oeffnung b. p das Präparat. Die punctirte Linie giebt den Gang eines von der Mitte des Beleuchtungsspiegels kommenden Strahls an.

Beiträge zur Lehre vom Bau und den physiologischen Funktionen der sogenannten Magenschleimdrüsen.

(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Von

Wilhelm Ebstein

in Breslau.

Hierzu Taf. XXVIII.

Einleitung.

Bekanntlich giebt es im Magen der Säugethiere und des Menschen zwei verschiedene Formen schlauchförmiger Drüsen: die sogenannten Magensaft- oder Labdrüsen und die sogenannten Magenschleimdrüsen. Auf Anregung des Directors des hiesigen physiologischen Instituts Herrn Prof. Dr. Heidenhain, welcher seit längerer Zeit mit Studien über die Magensaftdrüsen[1]) beschäftigt war, deren Ergebnisse bereits ausführlich in dem letzten Hefte dieses Archivs mitgetheilt sind, habe ich es unternommen, Untersuchungen über die sogenannten Magen-

1) Herr Prof. Heidenhain hat seine Untersuchungen über den Bau der sog. Labdrüsen bereits am 19. Februar 1869 und die über die Veränderungen dieser Drüsen während der Verdauung am 19. November 1869 in der medizin. Section der schles. Gesellschaft für vaterländ. Cultur mitgetheilt. Ich habe in der Sitzung vom 13. Mai 1870 meine hier mitgetheilten Beobachtungen in derselben Gesellschaft vorgetragen.

schleimdrüsen anzustellen, deren Resultate ich mir nachstehend auseinander zu setzen erlaube.

Hauptsächlich waren es Hunde, welche als Untersuchungsmaterial dienten, bei denen, wie schon Kölliker (Mikrosk. Anat. 2. Band; 2. Hälfte 1. Abth. 1852 p. 141) hervorhebt, die feineren Verhältnisse der Magendrüsen vielleicht am Besten zu untersuchen sind. Indessen wurden auch bei einer Reihe anderer Säugethierspecies diese Drüsen untersucht.

Die Regio pylorica als Hauptsitz der sogenannten Magenschleimdrüsen.

Die sogenannten Magenschleimdrüsen finden sich beim Hunde, bei der Katze, dem Kaninchen, dem Meerschweinchen u. s. f. in der Pylorusgegend in grösserer Ausbreitung. Bereits Bischoff (Müller's Arch. 1838 pg. 503: Ueber den Bau der Magenschleimhaut) hebt die Verschiedenheit der Drüsen im Fundus und in der Pylorusgegend des Hundemagens hervor. Die ersteren beschreibt er als Cylinder mit einfachen blinden Enden, die anderen als Cylinder mit traubig erweiterten Enden und bildet sie Fig. XI und XII bei 25facher Vergrösserung ab. Henle (Eingeweidelehre 1866 pg. 158) führt eine Beobachtung von Todd und Bowman (Physiol. Anat. III, 193) an, wonach auch die beim Hunde auf die Pylorusgegend beschränkten mit Cylinderepithel bekleideten Drüsen (pyloric tubes) auch hier an ihrem blinden Ende theilweise mit denselben Zellen wie die Labdrüsen (stomach tubes) erfüllt sind. Dieser Forscher scheint überhaupt geneigt zu sein, individuelle Verschiedenheiten der Schleimdrüsen und Uebergänge zu den Labdrüsen zu statuiren in der Weise, dass das Cylinderepithelium sich aus dem weiteren Gange in die engeren Schläuche mehr oder minder weit abwärts erstreckt, um in grösserer oder geringerer Entfernung vom blinden Grunde einer der Auskleidung der Labdrüsen ähnlichen Zellenlage Platz zu machen. Auch Klein (Artik.: Magen in Stricker's Gewebelehre 1869 pg. 390) gibt an, dass in der Vertheilung der Lab- und Schleimdrüsen keine Gesetzmässigkeit obwalte. Nach seinen Beobachtungen finden sich beim Menschen und in ähnlicher Weise beim Hunde schon im Pylorustheile neben ganz von Cylinderepithel ausgekleideten Drüsen solche, in denen stellenweise die Schläuche, stellenweise der Grund mit Pepsinzellen belegt

ist oder solche, in denen der kleinere Theil mit Cylinderepithel bekleidet ist. Er kommt zu dem Schlusse, dass von einem Gegensatze zweier Arten von Drüsen, solchen die mit Labzellen, und solchen die mit Cylinderepithelien ausgekleidet sind, nicht in dem Sinne die Rede sein kann, wie es von Henle, Kölliker, Donders und Leydig dargestellt wurde. Nach meinen Beobachtungen am Magen des Hundes verhält sich die Sache so, dass sich an der Stelle, wo sich die mehr oder weniger bräunlich gefärbte Schleimhaut des übrigen Magens gegen die der blassen Schleimhaut den Regio pylorica absetzt, in der letzteren sich eine 1—1,5 C. breite Zone, welche ich »intermediäre Zone« nennen will, findet, wo zwischen einer Reihe Schleimdrüsen häufig eine oder mehre sogenannter Labdrüsen eingestreut sind. Mit Ausnahme dieser schmalen intermediären Zone finden sich in der Schleimhaut der Regio pylorica nur Drüsenschläuche, welche lediglich mit Cylinderzellen ausgekleidet sind und keine sogen. Labzellen enthalten. Ich habe wenigstens unter mehr als tausend Präparaten von verschiedenen Stellen der Regio pylorica, welche ich gelegentlich meiner Untersuchungen durchmustert habe, keine Abweichung von diesem Vorkommen getroffen. Ich muss auf diesen Umstand das grösste Gewicht legen, da es nur so möglich wird, einen Theil der Magenschleimhaut, welcher lediglich sogen. Magenschleimdrüsen führt, zu isoliren und eine künstliche Verdauungsflüssigkeit aus dieser Drüsenart allein darzustellen.

Aeusserer Habitus und Reaktion der Regio pylorica.

Die Pylorusgegend zeichnet sich gegenüber anderen Gegenden des Magens auch im Zustande der Verdauung durch ihre grosse Blässe aus. Nur wenn unter den aufgenommenen Nahrungsmitteln sich Dinge befinden, welche die Schleimhaut mechanisch irritiren, wie Knochen, Pflaumenkerne u. s. f. sieht man auch in physiologischen Zuständen die entsprechenden Schleimhautpartien stärker injicirt. Ich habe die Oberfläche der Schleimhaut und den ihr anhaftenden Schleim in der Regio pylorica fast stets, auch bei Hunden, welche mehre Tage gehungert hatten, von saurer Reaktion gefunden. Dieselbe war meist ziemlich stark, im Allgemeinen indessen etwas schwächer als an andern Stellen der Magenoberfläche. Nur selten ist hier die Reaktion neutral oder alkalisch. Nach

Kölliker bietet der Magen nur da, wo die Labdrüsen sitzen, eine exquisit saure Reaktion dar. Bei Hunden war die Schleimmenge, welche die Schleimhaut bedeckte und welche die die Magenhöhle anfüllenden Ingesta umhüllte, in allen Fällen eine immerhin mässige. Auch bei Hunden, welche vor dem Tode 4—5 Tage gehungert hatten, fand sich der Magen nie ganz leer, sondern enthielt immer 10 bis 20 C. C. einer stark sauer reagirenden Flüssigkeit. Beim Kaninchen, wo sich wie beim Hunde die sogen. Schleimdrüsen in der Regio pylorica — was ich mit Kölliker (l. c. pg. 141) gegenüber Henle (l. c. pg. 158) festhalten muss — befinden, welche sich auch hier im Vergleich mit der übrigen Magenschleimhaut durch ihre blasse Färbung auszeichnet, fand ich daselbst saure Reaktion der Oberfläche der Schleimhaut, während Henle dieselbe auf den Magengrund beschränkt fand. Auch bei einer Katze, welche seit 36 Stunden Nichts gefressen hatte und bei der sich, bis auf ein Stück unverdautes Fleisch im Magengrunde, die Magenhöhle leer fand, sah ich in der Regio pylorica wie im Fundus eine exquisit saure Reaktion der Mageninnenfläche. Dieselbe war hier im ganzen Magen auffallend blass, nur eine leicht bräunliche Verfärbung unterschied die übrige Magenschleimhaut von der der Regio pylorica. Der die Schleimhaut bedeckende Schleim war äusserst geringfügig.

Epithel der Mageninnenfläche und der Magengrübchen.

Die Regio pylorica ist wie die ganze innere Oberfläche des Magens mit einem Cylinderepithel bekleidet, welches so vielfach beschrieben ist, dass ich mich mit der Beschreibung desselben sehr kurz fassen kann. Nur 2 Puncte will ich hier etwas näher berühren: nämlich 1) sind diese Zellen offen? und 2) regeneriren sich dieselben und in welcher Weise?

Untersucht man diese Cylinderepithelzellen frisch in indifferenten Flüssigkeiten, wie Jodserum oder Kochsalzlösung von 0,8 %, so sieht man lange cylindrische Zellen, mit leicht granulirtem Inhalt und einem hellen runden oder ovalen Kern, welcher im untern Dritttheil der Zelle sitzt und deren Breite ganz oder wenigstens zum grössten Theil ausfüllt. Von oben gesehen erscheinen diese Zellen, wenn sie zu Gruppen vereinigt sind, polyedrisch, gegen einander abgeplattet, meist unregelmässig sechsseitig. Die isolirt er-

scheinenden Zellen zeigen von oben gesehen eine mehr rundliche oder ovale Form. Ein Theil dieser Zellen erscheint offen und einzelne von ihnen zeigen an ihrem freien Ende einen hügelartig über die offne Oberfläche hervorquellenden Zellinhalt und man kann sich dabei auch deutlich überzeugen, dass, während die Zellen an ihren andern Grenzen eine deutliche Membran haben, dieselbe an ihrer freien Fläche fehlt. Aber ich konnte mich bei Weitem nicht bei allen diesen Zellen davon überzeugen, dass sie an ihrem oberen Ende offen sind. Man trifft bei vorsichtiger frischer Untersuchung in indifferenten Flüssigkeiten eine andere Partie dieser Zellen auch am freien Ende von einer deutlichen Membran begrenzt. Da sich nun diese geschlossenen Zellen von den offenen in ihrem ganzen übrigen Verhalten in keiner Weise unterscheiden, so liegt auch keine Veranlassung vor, den letzteren die Oeffnung an ihrer freien Fläche als eine ihnen inhärirende, von vornherein zukommende Eigenschaft zuzuschreiben, so dass sie, wie man es sich bei den sogen. Becherzellen denkt, etwa als einzellige Drüsen aufzufassen wären, welche ein Secret absondern; sondern ich habe die Ueberzeugung gewonnen, dass *das Offensein dieser Zellen lediglich von einer schleimigen Metamorphose ihres Inhalts abhängt, welche im Verlaufe ihres Bestehens in gewissen Zuständen ihrer Thätigkeit eintritt.* Wir werden Gelegenheit haben darauf zurückzukommen, dass besonders während der Verdauung diese Zellen in Folge hochgradigster schleimiger Metamorphose ihres Inhalts in bei Weitem ausgedehnterem Masse bersten als im Hungerzustande. *Eilhard Schulze* hat in seiner Abhandlung: Epithel- und Drüsenzellen (dieses Arch. III. Band pg. 174 u. flg.) die Ansicht ausgesprochen, dass das die Innenfläche des Magens deckende Epithel bei allen Wirbelthieren aus offenen Cylinderzellen bestehe. Er hält sie für becherartige Zellen, obgleich ihnen — wie er sagt — zwei charakteristische Bildungen derselben, die bauchige Theca und deren obere Verengerung fehlt. Besonders klar wird dieses Offensein der Zellen nach seinen Beobachtungen bei Anwendung erhärtender und mazerirender Flüssigkeiten. Es ist richtig, dass bei Anwendung erhärtender Flüssigkeiten ein grösserer Theil des die Mageninnenfläche bekleidenden Cylinderepithelien am freien Ende offen erscheint als bei der Untersuchung derselben im frischen Zustande in indifferenten Flüssigkeiten. Ich glaube aber, dass sich dies vorzugsweise nur auf eine gewisse Reihe von Flüssig-

keiten, welche die zelligen Elemente besonders stark schrumpfen machen, bezieht. Besonders tritt es hervor, bei Anwendung des absoluten Alkohols, etwas geringer bei Gebrauch der Lösungen des doppeltchromsauren Kali (3—5 %) und der Müller'schen Flüssigkeit. Lässt man die in diesen Flüssigkeiten mehr oder weniger geschrumpften Präparate in destillirtem Wasser oder Glycerin sich aufhellen, so quellen sie bedeutend und ein grösserer Theil der Zellen berstet. Die Einwirkung ist auf die Zellen, welche die Mageninnenfläche bekleiden und welche zunächst von dem erhärtenden Medium berührt wurden, weit energischer wie bei denen, welche die sogenannten Magengrübchen auskleiden und welche doch mit denen der Mageninnenfläche vollkommen identisch sind. Ich habe beobachtet, dass bei derjenigen erhärtenden Methode, welche die Epithelzellen nach meinen Erfahrungen am Besten in ihren natürlichen Verhältnissen erhält, nämlich bei nicht zu langer Einwirkung einer schwachen Ueberosmiumsäurelösung von $^1/_8$—$^1/_4$ % — ein weit grösserer Theil der Zellen am obern Ende ebenso scharf begrenzt, wie an den andern Flächen, also geschlossen, erscheint als bei Anwendung anderer erhärtender Methoden. Nach allem hier Angeführten erscheint mir die Annahme gerechtfertigt, dass es sich bei dem die Innenfläche des Magens überziehenden Epithel lediglich um Cylinderepithel mit geschlossenem freien Ende handelt, welches in gewissen Zuständen, besonders zur Zeit der Verdauung in Folge schleimiger Metamorphose seines Inhalts berstet und dann oben offene Zellen darstellt.

Mit dieser Annahme, dass die Zellen bersten und sich ihres schleimig metamorphosirten Inhaltes entledigen, hängt die Frage innig zusammen, ob und auf welche Weise diese Zellen sich wieder in den Status quo ante d. h. in gewöhnliche Cylinderzellen umwandeln, oder ob sie zu Grunde gehen und durch neue Zellen, welche dann wieder dieselbe Umwandlung durchmachen, ersetzt werden. Kölliker hat bereits in seiner mikroskop. Anatomie diese Frage ventilirt und seine daselbst ausgesprochene Ansicht in seinem Handbuch der Gewebelehre bis in die neueste Zeit hinein festgehalten. Er hält es für wahrscheinlich, dass sich die Cylinder in die Quere theilen und dass sich dann ihr äusseres Stück abstösst. Todd und Bowman lassen die Cylinder ihren Schleim, ohne sich abzustossen, entleeren, indem sie am freien Ende vorübergehend

eine Oeffnung bekommen. Für eine Quertheilung spricht keine Beobachtung. Unter den zahlreichen Cylinderzellen, welche man bei Untersuchung des Magenschleimes findet, sieht man keine Bildungen, welche abgestossenen Hälften dieser Zellen entsprechen. Dagegen glaube ich für das Epithel der innern Oberfläche und der Grübchen des Magens beim Hunde, welches ich in dieser Beziehung am Sorgfältigsten untersucht habe, die Beobachtung von Eilh. Schulze bestätigen zu können, welcher zwischen den untern verschmälerten Zellenenden häufig andere formlose, junge Zellen vermuthet (l. c. pg. 176), wovon er Tafel X, Fig. 6 eine Abbildung vom Magenepithel von Triton taeniatus liefert.

Bei Weitem am Klarsten treten diese Zellen, welche ich »Ersatzzellen« nennen will, an feinen Durch- bes. Flächenschnitten der Magenschleimhaut hervor, welche in Ueberosmiumsäure von der oben angegebenen Concentration erhärtet wurden, demnächst auch von Präparaten, welche zuerst in einer 3—5 %gen Lösung von Kali bichromic. und nachher in Alcohol absolutus erhärtet waren und welche vor der Schnittführung in destillirtem Wasser, das mit einer Spur Ammoniak versetzt war, etwas erweicht waren. Indessen sind auch Alkoholpräparate in dieser Beziehung verwerthbar. Man kann sich an solchen feinen Schnitten, wo man sich durch genügend starke Vergrösserung (Immersion X, Ocular 3 von Hartnack) vergewissert, dass man nur eine einfache Zellenlage vor sich hat, davon überzeugen, dass zwischen den untern Enden der einzelnen Epithelien runde oder ovale, sich gegen die umgebenden Zellen oft abplattende Zellen liegen, welche mit der eigentlichen einzelligen Cylinderepithelschicht Nichts zu thun haben (Fig. 1). Bisweilen aber nur in verhältnissmässig seltenen Fällen sieht man diese Zellen am untern Ende der Epithelien. An Osmiumpräparaten zeichnen sich diese Zellen, besonders durch ihre hellere Färbung gegenüber den eigentlichen Epithelzellen aus. Eine regelmässige Zellenlage bilden diese Ersatzzellen nicht, sondern es ist eine discontinurliche Schicht, indem oft zwei, oft auch mehrere Cylinderepithelien, ohne dass zwischen ihren unteren Enden derartige Ersatzzellen sich finden, direct an einander liegen. Ob diese Ersatzzellen, für welche ja auch ein fortwährender neuer Nachwuchs vorhanden sein muss, direct aus den Blutgefässen stammen oder ob sie sich durch Zelltheilung vermehren, müssen weitere Untersuchungen lehren. Ich habe diesen Punkt nicht weiter verfolgt.

Das Epithel der innern Magenoberfläche, welches die netzförmig verbundenen Riffe der Magenschleimhaut überzieht, setzt sich mit Beibehaltung aller seiner Eigenschaften in die als Magengrübchen (stomach cells) bekannten Vertiefungen und Einsenkungen der Innenfläche des Magens fort. Dieselben zeichnen sich in der Regio pylorica durch ihre bedeutende Tiefe aus, wovon man sich bei mikroskopischer Untersuchung leicht überzeugen kann, indem sie meist die Hälfte, bisweilen noch mehr von der Dicke der ganzen Schleimhaut einnehmen. Die Weite dieser Magengrübchen unterliegt vielerlei Schwankungen. Ihre Form ist gemeinhin eine cylindrische, welche sich sehr häufig nach unten zu verjüngt, wo dann auch die Epithelzellen etwas kleiner sind, ohne sich sonst irgendwie zu verändern. Bei hochgradigerer schleimiger Metamorphose der Epithelauskleidung der Magengrübchen, wie sie vornehmlich im Stadium der Verdauung stattfindet, entstehen, indem dieselben durch Quellung ihres Inhalts einen grössern Raum beanspruchen, vielfache Vorbuchtungen derselben in das Lumen der Magengrübchen, wodurch dasselbe häufig ein stark buchtiges unregelmässiges Ansehen zeigt (Fig 3b).

Die sogenannten Magenschleimdrüsen und ihr verschiedenes Verhalten im unthätigen und thätigen Zustande.

Am Grunde der oben geschilderten Magengrübchen münden gruppenweise, zu 2, 3, häufig auch mehreren, in der Regio pylor. die sogen. Magenschleimdrüsen. Ich schliesse mich zur Bezeichnung der einzelnen Regionen dieser Drüsen der von Heidenhain für diesen Zweck bei den sogen. Labdrüsen gewählten Nomenclatur an und nenne zunächst diesen untersten Theil der Magengrübchen, in welchen die Drüsen münden, den Drüsenausgang (Fig. 2c).

Die Drüsen wurden sowohl in frischem Zustande in indifferenten Flüssigkeiten, als auch an Durchschnitten durch die mit den verschiedenen erhärtenden Flüssigkeiten behandelte Schleimhaut der Regio pylorica untersucht. Vorzugsweise wurden zur Erhärtung kleine Schleimhautstücke ganz frisch in absoluten Alkohol gelegt, aber auch durch Lösungen von doppeltchromsauren Kali (3—5%) mit nachfolgender Erhärtung in absol. Alkohol, ferner durch Ueberosmiumsäure ($^1/_8$—$^1/_4$—$^1/_2$ %) wurden die Präparate zur Anferti-

gung feiner Durchschnitte geeignet gemacht. Chlorpalladium- und Goldchloridlösung haben zur Klarlegung der nachfolgenden Thatsachen kaum etwas beitragen. Die feinen Durchschnitte wurden in Glycerin und destillirtem Wasser zu gleichen Theilen aufgehellt. Bei den Durchschnitten von den in absolutem Alkohol erhärteten Präparaten wurden Tinktionsmethoden theils mit Carmin, theils mit schwachen Lösungen von wässrigem Anilinblau angewandt. Ich gebrauchte wesentlich die von Heidenhain angegebenen Modificationen dieser Tinktionsmethoden und kann alle Details derselben sowie alles Uebrige, was die Untersuchungsmethode betrifft, hier übergehen, da diese Dinge von Heidenhain selbst im vorigen Hefte dieses Archivs genau erörtert worden sind. — Die zu einer Gruppe gehörenden Drüsenschläuche steigen theils einfach, ab und zu sich aber auch theilend durch eine sehr spärliche Schicht Bindegewebe gegenseitig von einander getrennt und von einer die ganze Gruppe umschliessenden reichlicheren Schicht Bindegewebe umgeben, entweder senkrecht, parallel nebeneinander, oder leicht gewunden herab bis ziemlich nahe an die subglanduläre Muskelschicht, von welcher sie durch eine dünne Schicht Bindegewebe getrennt bleiben. Der oberste Theil dieser Drüsenschläuche zeigt meist eine Einschnürung, wo das Drüsenlumen überaus eng ist (Drüsenhals, Heidenhain Fig. 2 e). Bald indessen hört diese Einschnürung auf, das Drüsenlumen zeigt eine gleichmässige Weite, um schliesslich mit einem kolbigen mehr weniger erweiterten untern Ende zu enden (Drüsenkörper, Heidenhain Fig. 2 f). Die Weite dieser Drüsenlumina (Fig. 2 g) zeigt überaus grosse Verschiedenheiten, welche zum Theil wenigstens davon abzuhängen scheinen, ob nur wenige oder mehrere Drüsen in einem Magengrübchen münden. Bisweilen indessen sieht man Durchschnitte durch eine ganze Gruppe von Drüsen, von denen nur einer ein überaus weites Lumen zeigt, während das Lumen der andern überaus eng erscheint, woraus hervorgeht, dass einzelne zu einer Gruppe gehörende Drüsenschläuche eine vorzugsweise Entwickelung erfahren. Dass es sich hier um keine pathologischen Bildungen handelt, das liegt auf der Hand, weil die Zellen der Drüsenschläuche vollkommen normal sind und sich auch kein angehäuftes Secret findet, welches auf Retentionscysten ähnliche Bildungen schliessen liesse, wie ich sie bei den als weiche Magenpolypen bekannten Wucherungen der Magenschleimhaut früher bereits (die polypösen Geschwülste des Magens, Rei-

cherts und du Bois-Reymond's Archiv 1864 pg. 120 u. flg.) beschrieben habe.

Abgesehen von diesen Verschiedenheiten erscheint auch das Drüsenlumen mehr oder weniger weit, je nachdem man behufs der Erhärtung eine mehr oder weniger schrumpfende Flüssigkeit in Anwendung gezogen hat. Wie bereits erwähnt, scheint die Ueberosmiumsäure in geeigneten Concentrationsgraden den epithelialen Elementen am Allerbesten ihre natürliche Form und Grösse zu bewahren und hier erscheint das Drüsenlumen durchweg enger als beispielsweise bei den Alkoholpräparaten. Was die epitheliale Auskleidung dieser sogenannten Magenschleimdrüsen anlangt, so hat man denselben ein einfaches Cylinderepithel zuertheilt, welches man mehr oder weniger identisch, zum Mindesten sehr ähnlich mit dem auf der Mageninnenfläche und in den Magengrübchen hält. Henle (l. c. pg. 157) hebt lediglich hervor, dass dieses Epithelium von dem der Drüsenmündungen sich dadurch unterscheide, dass die Cylinder kürzer sind und dass ihr ohne Reagentien unterscheidbarer Kern noch näher dem untern angewachsenen Ende der Kegelchen liegt. Ausser diesen Unterschieden finde ich aber bereits bei Brinton (Art: Stomach and intestine in der Cyclopaedia of anat. and physiol. Vol. V pg. 322) in Betreff dieser Epithelien hervorgehoben, dass die Zellen in den untern Drüsenabschnitten einen dunkleren und stärker granulirten Inhalt einschliessen (enclose darker and more granular contents). Ich muss hinzufügen, dass ein weiterer gewichtiger Unterschied der Epithelien der sogen. Magenschleimdrüsen gegenüber denen der Mageninnenfläche darin besteht, dass den erstern die den letztern eigenthümlichen oben beschriebenen Ersatzzellen vollkommen fehlen. Endlich werden sich bedeutsame Verschiedenheiten zwischen den Epithelien der innern Magenoberfläche und der Magengrübchen einerseits und den Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen anderseits ergeben: wenn wir die Verschiedenheiten derselben im thätigen und unthätigen Zustand ins Auge fassen werden.

Vorher aber muss ich noch auf einen Punct aufmerksam machen, welcher für die physiologische Bedeutung der Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen von der grössten Bedeutung ist: nämlich die grosse Verwandtschaft, welche sich zwischen ihnen und der zweiten Zellenart in den sogen. Labdrüsen, deren Geschichte uns zuerst Heidenhain voll-

kommen klar gelegt hat, findet. Heidenhain nennt diese Zellen »Hauptzellen«, während er die bisher als »Labzellen« bekannten Zellen mit dem Namen »Belegzellen« bezeichnet: eine Nomenklatur, welcher ich fortan auch folgen will. In Betreff der ausführlicheren Darstellung dieser Verhältnisse verweise ich lediglich auf Heidenhain's Arbeit im vorigen Hefte dieses Archivs. Was aber die Verwandtschaft der Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen mit den Hauptzellen der sogen. Labdrüsen betrifft, so besteht dieselbe in folgenden gemeinsamen Eigenschaften beider Zellenarten:

1) Die Hauptzellen der sogen. Labdrüsen und die Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen zeigen eine überaus grosse Aehnlichkeit in ihrem äussern Habitus, wie er sich bei den verschiedenen Untersuchungsmethoden besonders deutlich aber —. um in dieser Beziehung nur einen Punct zu erwähnen — bei der Behandlung mit Ueberosmiumsäure herausstellt. Heidenhain hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass z. B. beim Kaninchen bei dieser Behandlungsmethode die beiden Zellenarten der sogen. Labdrüsen sehr deutlich hervortreten. Ich habe dasselbe bei der Katze (Hungerzustand) gesehen. Die Belegzellen der Labdrüsen trüben sich und schrumpfen durch die Oberosmiumsäure, während die helleren leicht granulirten Hauptzellen sehr klar hervortreten. Ihr ganzes Aussehen stimmt vollkommen mit dem der Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen.

2) Die Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen zeigen ein ganz gleiches Verhalten gegen Säuren wie die Hauptzellen der sogen. Labdrüsen. Fertigt man von der frischen Schleimhaut der Regio pylorica möglichst feine Durchschnitte und behandelt sie zunächst mit Kochsalzlösung von 0,8%, wobei sie etwas trübe erscheinen oder mit destillirtem Wasser, wobei sie etwas heller sind, und lässt Essigsäure von verschiedenen Concentrationen, 5 % bis zur gewöhnlichen Essigsäure, durch das Präparat hindurchziehen, so entsteht unter gleichzeitigem Aufquellen des Bindegewebes zwischen den Drüsen eine starke Trübung der Drüsenschläuche, welche schon makroskopisch sichtbar ist, indem die Drüsen als trübweisse Streifen deutlich hervortreten. Das stark getrübte Zellprotoplasma macht die Kerne der Zellen schwer sichtbar oder verdeckt sie ganz. Behandelt man in derselben Weise feine Schnitte durch Labdrüsenschleimhaut, so findet man gleichfalls eine starke Trübung der

Hauptzellen, während die Belegzellen eine starke Aufquellung und Aufhellung ihres Protoplasmas zeigen. Bei der Behandlung mit Mineralsäuren — bei Salz- und Salpetersäure von 0,5 % an in steigenden Concentrationen bis zu 3—5—10 % — zeigen in gleicher Weise angefertigte Präparate eine immer stärker werdende Trübung und Schrumpfung sowohl der Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen als auch der Beleg- und Hauptzellen der sogen. Labdrüsen. Diese Schrumpfung der Belegzellen macht einer Aufhellung Platz, wenn man nachher destillirtes Wasser durch das Präparat hindurchziehen lässt. An den Hauptzellen und Drüsenzellen der sogen. Schleimdrüsen wird dabei die Trübung und Schrumpfung eher stärker. Bei öfterer Anwendung dieser Operation tritt ein molekulärer Zerfall der Zellen ein, ebenso wie bei anfänglicher Anwendung concentrirter Mineralsäuren.

Es sind demnach die Hauptzellen der sogen. Labdrüsen und die Zellen in den sogen. Schleimdrüsen ausgezeichnet durch die starke Trübung, welche sie bei Behandlung mit Essigsäure und Mineralsäuren zeigen, während man bei den Belegzellen der sogen. Labdrüsen nur bei Zusatz von Mineralsäuren eine starke Trübung und Schrumpfung beobachtet, dagegen bei Zusatz von Essigsäure eine starke Aufquellung und Aufhellung des Zellprotoplasmas. Es weisen diese Reactionen darauf hin, dass die Drüsenzellen der sogen. Schleimdrüsen und die Hauptzellen der sogen. Labdrüsen neben Eiweiss- auch mucinhaltige Substanzen enthalten, während sich bei den Belegzellen der sogen. Labdrüsen nur ein überaus starker Albumingehalt constatiren lässt.

3) Eine weitere Verwandtschaft zwischen den Zellen der sogen. Schleimdrüsen und den Hauptzellen der sogen. Labdrüsen zeigt sich bei der Behandlung mit Kalilauge von 33 %. Die Zellen werden dabei in keiner Weise zerstört. Während aber die Hauptzellen trüber werden, ihr Kern undeutlich oder gar nicht sichtbar ist, ein Verhalten wie es auch grade die Zellen der sogen. Schleimdrüsen darbieten, erscheinen dabei die Belegzellen hell, zeigen ein leicht granulirtes Protoplasma und einen sehr durchsichtigen Kern.

4) Es tritt eine weitere grosse Verwandtschaft zwischen den Hauptzellen der sogen. Labdrüsen und den Drüsenzellen der sogen. Schleimdrüsen hervor, wenn wir kleine Stückchen wohl abgespülter Labdrüsen- und Pylorusschleimhaut unter Zusatz von Salzsäure von

0,1 % bei einer Temperatur von 37°—40° C. sich selbst verdauen lassen: ein Prozess, welcher ja bekanntlich überaus schnell von Statten geht. Die Schleimhaut verwandelt sich bald in eine grauweisse durchscheinende Masse. Die Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen sind dabei sehr verkleinert, ihr Protoplasma ist entweder ganz oder grösstentheils gelöst und man sieht meist nur noch freie Kerne. Auch bei den sogen. Labdrüsen lösen sich die Hauptzellen weit eher als die Belegzellen, welche zwar auch etwas kleiner zu werden scheinen, aber lange Zeit ihre Form beibehalten und einen deutlichen Kern zeigen. Später erst, wenn die Hauptzellen schon ganz gelöst sind, wird die Gestalt der Belegzellen undeutlich und auch sie gehen allmälig zu Grunde.

5) Schliesslich zeigen die Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen in den Veränderungen, welche sie im Verdauungszustande erfahren, eine sehr grosse Verwandtschaft mit denen der Hauptzellen der sogen. Labdrüsen.

Die vorstehenden Mittheilungen beziehen sich auf den Hund. Aber auch bei den sogen. Magenschleimdrüsen der Katze, des Kaninchens, des Schweins, welche kleine morphologische Verschiedenheiten darbieten, ist so viel zu erweisen, dass die Epithelzellen der Magenoberfläche und der Magengrübchen von den Zellen in den Drüsen selbst ganz verschieden sind und dass die letzteren in hohem Grade mit den Hauptzellen der sogen. Labdrüsen verwandt sind: dass also die wesentlichen Verhältnisse sich auch bei diesen Thieren wiederholen.

Betrachten wir jetzt die Unterschiede der sogen. Magenschleimdrüsen im thätigen und unthätigen Zustande. — Es ist ein grosses Verdienst Heidenhain's bei den Speicheldrüsen (Studien des physiol. Instituts zu Breslau. 4. Heft. 1868) die Veränderungen der secernirenden Elemente unter dem Einfluss der Nervenreizung im thätigen und unthätigen Zustande nachgewiesen und auf diese Weise der Experimentalphysiologie ein neues Gebiet der Forschung eröffnet zu haben. In anderer Weise als bei den Speicheldrüsen gestalten sich die Verhältnisse bei den Magendrüsen, wo man bis zum heutigen Tage noch keinen bestimmten Nerven mit Sicherheit als secretorischen bezeichnen kann. Es müssen desshalb hier andere Wege eingeschlagen werden, um das Verhalten der Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen — welches uns hier ausschliesslich beschäftigen soll — in den verschiedenen Zuständen kennen zu lernen. Es

wurde deshalb das Verhalten derselben in dem Hungerzustande und den verschiedenen Stadien der Verdauung studirt.

Untersucht man feine Durchschnitte der Schleimhaut aus der Regio pylorica von Hunden, welche längere Zeit (2—4—5 Tage) gehungert haben, so findet man daselbst die einzelnen Drüsenzellen leicht granulirt, aber im Allgemeinen hell, klar und durchsichtig. Tingirt man derartige Präparate mit einer wässerigen Anilinlösung nach der von Heidenhain angegebenen Methode, so färbt sich das Protoplasma ihrer Zellen schwach blau, stärker dagegen die Kerne (Fig. 2 d). Vergleicht man damit die Epithelien der innern Magenoberfläche sowie der Magengrübchen (Fig. 2 a u. b), so erscheint deren Inhalt ungefärbt, vollkommen klar und durchsichtig, nur die Kerne dieser Zellen sind blau. Werden solche Durchschnitte mit Carmin nach der von Heidenhain angegebenen Methode gefärbt, so bleibt das Zellprotoplasma entweder blass oder erscheint leicht roth angehaucht, während sich die Kerne roth färben. Der Zellinhalt der Epithelzellen der Magenoberfläche sowie der Magengrübchen bleibt unter allen Umständen ungefärbt, während die Kerne sehr stark roth tingirt werden. Vergleicht man mit diesen Präparaten vom Hungerzustande solche, welche aus der Regio pylorica vom Verdauungsmagen angefertigt wurden, so ergeben sich zunächst zwei wesentliche Unterschiede zwischen denselben: nämlich die Trübung und die nachfolgende Schrumpfung der Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen und zweitens die Anfüllung des Lumens derselben mit einer feinkörnigen gelben bis gelbbräunlichen Masse. Diese Veränderungen der Zellen sieht man in ganz derselben Weise sowohl an Präparaten, welche frisch, ohne irgend welche Anwendung von Reagentien behandelt worden sind, sowie auch an Durchschnitten, welche durch die mit den verschiedenen erhärtenden Flüssigkeiten behandelten Schleimhautstücken von der Regio pylorica angefertigt worden sind. An dieses verschiedene Verhalten der Zellen der sogen. Magenschleimdrüsen im Hunger und im Verdauungszustande schliesst sich noch ein anderes Moment: nämlich ihr gänzlich differentes Verhalten gegen Tinctionsflüssigkeiten. Es darf hier wohl nicht erst ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Tinctionsmethoden unter stets gleichen Bedingungen angewandt wurden, d. h. eine gleiche Anzahl Schnitte wurden in einer gleichen Menge Färbeflüssigkeit gefärbt, ausserdem wurden stets zur gegenseitigen Controle Präparate aus den verschiedenen

Zuständen gleichzeitig gefärbt. Während nun in wässeriger Anilinlösung tingirte Präparate von sogen. Magenschleimdrüsen im Hungerzustande nur eine schwach blaue Färbung annehmen, zeigen die im Verdauungszustande befindlichen getrübten mehr oder weniger geschrumpften Drüsenzellen eine intensive blaue Färbung (Fig. 3d), noch weit stärker tingirt sich der das Lumen der Drüsen ausfüllende Inhalt (Fig. 3 g). Der Zellinhalt der Epithelien der Mageninnenfläche sowie der Magengrübchen, welcher im Verdauungszustande eine bei Weitem mehr vorgeschrittene schleimige Metamorphose zeigt, färbt sich ebenso wenig wie im Hungerzustande, ja sogar die im letztern Zustande blau gefärbten Kerne, verlieren in höherem oder geringerem Grade während der Verdauung das Vermögen den blauen Farbstoff aufzunehmen (Fig. 3 a u. b).

Diese Verschiedenheiten von Präparaten der sogen. Magenschleimdrüsen aus dem Hunger- und Verdauungszustande, welche mit dieser Anilinlösung gefärbt wurden, sind so in die Augen springend, dass man es den Präparaten schon bei der Betrachtung mit blossem Auge ansehen kann, ob man es mit Drüsen von einem hungernden oder einem verdauenden Thiere zu thun hat. Während nämlich diese Präparate von hungernden Thieren durchweg eine schwach blaue Färbung zeigen, welche an allen Theilen des Präparates nahezu gleich, am untern Theil vielleicht etwas stärker ist, zeigen die Präparate von Thieren aus dem Verdauungszustande eine intensiv blaugefärbte Zone ihres unteren Abschnitts, welche sich bei genauerem Zusehen als eine Reihe feiner bis tief dunkelblauer Puncte und Strichelchen auflöst, welche, wie die feinere Untersuchung lehrt, den stark tingirten Drüsenzellen und dem noch stärker gefärbten Inhalt in dem Lumen der Drüsen entspricht. — Bei Färbung mit Carminlösung von Präparaten der sogen. Magenschleimdrüsen im Hunger- und Verdauungszustande zeigen auch die letzteren eine stärkere rothe Tinction als bei hungernden Thieren, während die Epithelzellen der Mageninnenfläche und der Magengrübchen in beiden Fällen ungefärbt bleiben, und nur die Kerne derselben stets eine deutliche rothe Farbe annehmen. Die im Drüsenlumen verdauender Thiere befindliche gelbe granulirte Masse wird durch Carmin auch schwach tingirt. Es muss bemerkt werden, dass, wenn auch diese Differenzen bei der Carmintinction ebenfalls äusserst klar und in die Augen springend sind, dennoch die mit wässeriger Anilinlösung gefärbten Präparate noch weit deutlicher

sind und insbesondere den Vorzug haben, schon makroskopisch ein Urtheil über den jeweiligen Zustand der betreffenden Drüsen zu gestatten.

Die Veränderungen der Drüsenzellen, welche fast stets am Intensivsten am untern Ende der Drüsen zu sein scheinen, treten schon ziemlich frühzeitig nach der Nahrungsaufnahme auf. Nach 1—2 Stunden lassen sich dieselben schon sehr deutlich constatiren, erreichen 4—5 Stunden nach der Nahrungsaufnahme ihr Maximum; nach 6—8 Stunden sind dieselben, wenn auch immerhin noch sehr stark ausgesprochen, doch schon im Abnehmen. Auch nach 12 Stunden erscheinen sie vollkommen deutlich und es gehört ein nahezu 24stündiger Hunger dazu, um nach aufgenommener reichlicher Nahrung alle Spuren der Verdauungsveränderungen zu verwischen und den Drüsenzellen wieder das Gepräge des Hungerzustandes zu verleihen. Die Veränderungen der Drüsenzellen treten mit einer solchen Constanz und immer in derselben Weise ein, dass es nach verhältnissmässig kurzer Beobachtungszeit schon gelingt, die ungefähre Dauer des stattgehabten Verdauungsprozesses aus den vorliegenden Präparaten beurtheilen zu können. Alle Drüsenschläuche betheiligen sich, wenngleich nicht mit derselben Intensität, an den angegebenen Veränderungen.

Ganz analoge Veränderungen wie während der Verdauung beobachtet man an den sogen. Magenschleimdrüsen bei mechanischer Reizung der Magenschleimhaut. Es wurde, um diese Veränderungen zu studiren, ein Hund gewählt, welcher mit Schwammstücken gefüttert worden war: eine Methode der Magenreizung, welche bekanntlich schon von Spallanzani zur Gewinnung von Magensaft gewählt worden war. Bei dieser Methode treten die hochgradigsten Veränderungen der Drüsenzellen ein, wie man sie während keiner Zeit der gewöhnlichen Verdauung antrifft, nur bei Fütterung mit Knochen erreicht die Veränderung der Drüsenzellen annähernd hohe Grade.

Man kann sich kaum grösserer Gegensätze mikroskopischer Bilder ein und desselben Gebildes als die Präparate von Pylorusdrüsen hungernder Thiere und der durch Schwammfütterung gereizten Drüsen denken (Fig. 4). Die Drüsenzellen sind geschrumpft und überaus stark getrübt und an mit Anilin gefärbten Präparaten tief blau gefärbt (Fig. 4 d). Die starke Trübung des Protoplasmas lässt die Kerne weniger deutlich hervortreten und verwischt häufig

die Grenzen der einzelnen Zellen. Das Lumen der Drüsen ist erfüllt mit einer noch stärker blaugefärbten trüben Masse (Fig. 4 g). Ausser diesen Veränderungen der Drüsenzellen lässt sich bei der Reizung durch Schwammfütterung eine Veränderung an den Epithelien der Mageninnenfläche und der Magengrübchen constatiren, welche man bei der gewöhnlichen Verdauung nicht sieht. Man bemerkt nämlich hierbei eine ziemlich beträchtliche Trübung und wie es scheint auch Schrumpfung dieser Zellen, ohne dass diese dadurch im Wesentlichen für die Tinction zugänglicher werden. Die gewöhnliche Veränderung, welche das Epithel der Mageninnenfläche sowie der Magengrübchen während der Verdauung zeigen, besteht darin, dass ihr Inhalt sich stets, sowohl wo ich es bei frischen Präparaten verfolgt habe als auch besonders bei Durchschnitten durch erhärtete Präparate, in bei Weitem grösserer Ausdehnung im Zustande schleimiger Metamorphose befindet. Ausserdem ist die Mageninnenfläche dabei mit einer dickeren Schicht einer weissen von Formbestandtheilen freien, hie und da parallel der Oberfläche leicht gestreiften Lage schleimiger Substanz bedeckt als im Hungerzustande, wo nicht nur die schleimige Metamorphose weniger hochgradig an den einzelnen Zellen ist, sondern sich auch weniger tief in die Magengrübchen hinein verfolgen lässt.

Pathologische Untersuchungen an anderweitig gereizten Magen ausser der Reizung durch Schwammfütterung habe ich in grösserer Ausdehnung bis jetzt nicht angestellt. Nur eines Falles will ich hier erwähnen. Einem Hunde wurde, nachdem er 24 Stunden vorher gemischte Nahrung gefressen, Eiter ins Blut gespritzt. Es trat hierauf Temperatursteigerung ein, der Hund frass Nichts mehr und nach wiederum 24 Stunden, also 48 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme wurde er getödtet: eine Zeit, in welcher sonst die Eigenschaften der sogen. Magenschleimdrüsen deutlich hervortreten, welche oben für den Hungerzustand als charakteristisch beschrieben worden sind. In diesem Falle fand ich eine immerhin recht ausgesprochene Trübung der Drüsenzellen sowie eine ausgebreitete schleimige Metamorphose der Epithelzellen, als wenn das Thier vor 6—8 Stunden eine sehr ergiebige Mahlzeit zu sich genommen hätte!

In dem Zwischenbindegewebe zwischen den einzelnen Drüsenschläuchen finden sich auch bei hungernden Thieren Lymphkörperchen in wechselnder Anzahl. Ich glaube indess nicht fehlzugreifen, wenn ich die Behauptung aufstelle, dass dieselben im Durchschnitt

bei verdauenden Thieren in grösserer Anzahl auftreten. Besonders reichlich aber schienen sie mir im Zwischenbindegewebe der durch Schwammfütterung gereizten Regio pylorica vorhanden zu sein. Die lymphoiden Follikel, welche als linsenförmige Drüsen des Magens vielfach (Frerichs, Bruch, Bischoff, Kölliker u. A.) beschrieben worden sind und welche E. Klein (l. c. pg. 392) bei keinem der von ihm untersuchten Thiere finden konnte, sah ich bei hungernden und verdauenden Hunden vielfach in der Regio pylor. als runde oder querovale Bildungen in den untersten Partien der Schleimhaut dicht angränzend an die Muscularis derselben.

Die Veränderungen der sogen. Magenschleimdrüsen im Verdauungszustande sind unter den verschiedensten Bedingungen untersucht worden, sowohl was die Dauer der Verdauung als auch was die Art der aufgenommenen Nahrungsmittel betrifft, indem die Thiere theils mit rein vegetabilischer, theils reiner Fleischkost, theils mit gemischter Kost gefüttert wurden. Was lassen sich nun aus den mitgetheilten Ergebnissen der Untersuchungen für Schlüsse ziehen? Ich glaube, dass sich dieselben in folgenden Sätzen kurz zusammenfassen lassen:

Während der Verdauung treten Umwandlungen des Zellprotoplasmas der Drüsenzellen ein, welche sich durch starke Trübung zunächst kennzeichnen, sie geben, wie sich aus der weiterhin eintretenden Schrumpfung erschliessen lässt, Substanzen ab, um nach beendigter Verdauung wiederum neue Substanzen aufzunehmen. Da die wässrige Anilinblaulösung, wie es scheint, eine besonders grosse Verwandtschaft zu eiweissartigen Substanzen zeigt, so würde sich aus den beschriebenen Farbenunterschieden folgern lassen, dass die Drüsenzellen während der Verdauung bedeutend eiweissreicher sind und dass die zu dieser Zeit im Drüsenlumen aufgehäufte Masse sich durch besonderen Reichthum an eiweissartigen Substanzen auszeichnet.

Was leisten die sogen. Magenschleimdrüsen?

Wasmann, welcher der Erste gewesen zu sein scheint, der über die verschiedene Wirkung der beiden Drüsenformen, welche er

beim Schweinemagen unterscheidet, Versuche anstellt, war zu dem Resultate gekommen, dass der Inhalt der Labdrüsen stärker lösend auf Eiweiss wirke, als das Sekret der Schleimdrüsen. Die betreffende, viel citirte Stelle in seiner Inauguraldissertation: de digestione nonnulla. Berol. 1839 lautet: Si frustulum albuminis cocti sub calore 35—40° C. cum aqua acidulata digeritur, cui minuta pars tunicae glandulosae est adjecta, brevi tempore (hora una vel una cum dimidia) plane solvitur. — Cum particulis autem e ceteris mucosae regionibus, imo cum glandulis lenticularibus haec albuminis solutio nonnisi intra horas 6—8 perficitur. Es würde sich hieraus für die Lösungsfähigkeit des Eiweisses im sauren Labdrüsen- und Schleimdrüsensecrete ein Verhältniss von ungefähr 1 : 6—8 ergeben. Aehnliche Versuche, gleichfalls mit der Magenschleimhaut des Schweines, stellten Kölliker und Goll (l. c. p. 146) an, welche diese Beobachter zu dem Resultate führten, dass die mit Cylinderepithel ausgekleideten Drüsen entweder gar nichts vermögen, oder nur nach langer Zeit eine geringe Wirkung zu Wege bringen. Im physiologischen Laboratorium zu Utrecht wurden unter Donders Leitung (Physiologie des Menschen. Deutsch von Theile. 1856, p. 208) diese Kölliker-Goll'schen Versuche mit ganz gleichem Erfolge mit den Lab- und Schleimdrüsen des Schweins, des Rindes, des Hundes, der Katze und des Menschen wiederholt. Donders steht daher nicht an, den Schleimdrüsen alle Wirkung abzusprechen. Schiff (Leçons sur la physiologie de la digestion T. II 1867, pag. 289) behauptet, dass die geringen verdauenden Wirkungen der sogen. Magenschleimdrüsen, welche Wasmann, Kölliker und Donders beobachteten, denselben nicht einmal zukommen, sondern darauf beruhen, dass diese Forscher nicht sorgfältig genug die Schleimhaut abgewaschen hätten und dass etwas wirksamer Magensaft an der Pylorusschleimhaut sitzen geblieben sei. Schiff selbst spricht sich dahin aus, dass die mit Cylinderepithelium ausgekleideten Drüsen speziell der Bereitung von Schleim oder vielleicht eines sauren Saftes dienen (l. c. p. 261). Man findet heut in allen Lehrbüchern der Physiologie ganz allgemein die Ansicht ausgesprochen, dass ausser der Bereitung eines für die Eiweissverdauung irrelevanten schleimartigen Sekrets den sogen. Magenschleimdrüsen keine weitere wesentliche Funktion zukomme. Die Erfahrung aber, dass nur die Epithelien der innern Magenoberfläche und der Magengrübchen schleimige Metamorphosese zeigen, dass sich

aber in den Drüsenzellen der sogen. Schleimdrüsen des Magens während der Verdauung hochgradige Veränderungen manifestiren, welche mit denen der Hauptzellen der sogen. Labdrüsen, mit welchen sie, wie wir gesehen, auch in anderer Beziehung grosse Verwandtschaft zeigen, die grössten Analogien darbieten: liessen es wünschenswerth erscheinen, die künstlichen Verdauungsversuche wieder aufzunehmen.

Ich wählte zur Bereitung der künstlichen Verdauungsflüssigkeiten die Regio pylorica des Schweines, vorzugsweise aber des Hundes. Bei letzterem wurde die blasse Pylorusschleimhaut erst einige Centim. entfernt von der Gränze der dunkler gefärbten übrigen Magenschleimhaut getrennt, um diese intermediäre Zone, wo sich noch eine Reihe sogen. Labdrüsen findet, zu vermeiden und einen ganz reinen Auszug aus der nur die sogen. Schleimdrüsen führenden Schleimhautpartie zu erhalten. Auch von der Pylorusschleimhaut des verarbeiteten Schweinemagens wurden von verschiedenen Stellen feine Durchschnitte angefertigt und so die Ueberzeugung gewonnen, dass hier lediglich sogen. Magenschleimdrüsen vorhanden waren. Die Schleimhaut der eben getödteten Thiere wurde von der Muskelhaut des Magens getrennt und von den anhaftenden Resten submukösen Gewebes sorgfältig gereinigt, nachdem vorher die Innenfläche des aller seiner Ingesta entledigten Magens so lange mit Wasser abgespült worden war, bis sie keine Spur einer sauren Reaction zeigte. Es wurden stets gleiche Quantitäten von Schleimhaut der Regio pylorica und sogen. Labdrüsenschleimhaut abgewogen, beide fein zerkleinert und mit gleichen Mengen entweder destillirtem Wasser oder Salzsäure von 2 pro mille oder Glycerin übergossen. Auf die ungemein leichte Löslichkeit des Pepsins im Glycerin hat bereits v. Wittich in den Königsberger Jahrbüchern Band III p. 225 und neuerdings wieder in Pflüger's Archiv f. Phys. 1869 p. 193 (Ueber eine neue Methode zur Darstellung künstlicher Verdauungsflüssigkeit) aufmerksam gemacht. Diese Aufgüsse wurden 16—18 Stunden bei gewöhnlicher Lufttemperatur digerirt. Die Reaction der wässrigen wie der Glycerinauszüge der sogen. Schleim- und sogen. Labdrüsen reagirten beide neutral wie das angewandte reine Glycerin selbst. v. Wittich wusch die Labdrüsenschleimhaut nur wenig ab und fand den Glycerinauszug schwach sauer.

Wurden nun gleiche Mengen von ausgewaschenem feinzerschnittenem Fibrin mit gleichen Mengen Glycerin- oder wässrigem Schleim-

oder Labdrüsenauszug, welche also beide nicht sauer reagirten, zusammengebracht, so trat nach langer Zeit keine Lösung des Faserstoffs ein. Wurden dagegen von den erwähnten künstlichen Verdauungsflüssigkeiten oder von den mit Salzsäure von 2 pro mille angefertigten Auszügen von sogen. Labdrüsen- und Pylorusschleimhaut gleiche Mengen mit sehr verdünnter Salzsäure (0,1 %) gemischt — das Mischungsverhältniss betrug in der Regel 1 : 6 —: so erfolgte nicht nur durch die Auszüge aus der Labdrüsenschleimhaut, sondern auch durch die aus der Pylorusschleimhaut schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur eine Lösung der Fibrinflocken in verhältnissmässig kurzer Zeit. Freilich geschieht die Lösung durch die Verdauungsflüssigkeit aus den sogen. Labdrüsen schneller als durch die aus den sogen. Magenschleimdrüsen und zwar ungefähr im Verhältnisse wie 1 : 2—3. Wurde dagegen die gleiche Quantität feingeschnittenen Faserstoffs mit der gleichen Menge von Salzsäure von 0,1 % behandelt, so trat zwar Quellung, aber auch nach 24 Stunden und darüber keine oder eine nur äusserst geringfügige Lösung des Faserstoffs ein. Um nun der Frage, ob und in wie hohem Grade die künstliche Verdauungsflüssigkeit aus den sogen. Magenschleimdrüsen auf geronnenes Hühnereiweiss wirke, zu beantworten, wurden vergleichende Versuche zwischen derselben und künstlicher Labdrüsenflüssigkeit unter ganz gleichen Bedingungen mit nachfolgender quantitativer Bestimmung des gelösten Eiweisses angestellt. Ich werde diese Versuche gleichzeitig mit anderen verwandten physiologischen Experimenten, welche ich gegenwärtig mit Herrn Albert v. Brunn im hiesigen physiologischen Institut anstelle, seiner Zeit a. and. O. ausführlich mittheilen. Hier möge nur das eine Resultat derselben Platz finden, dass der aus den sogen. Schleimdrüsen bereitete angesäuerte Auszug unter ganz gleichen Bedingungen wie die aus den sogen. Labdrüsen bereitete angesäuerte Verdauungsflüssigkeit stark lösend auf geronnenes Eiweiss wirkt, indem die erstere stets mehr als die Hälfte des von der letzteren gelösten geronnenen Eiweisses auflöst. Beobachtungen, wie die von Schiff (l. c. p. 287) mitgetheilte, wo, während angesäuerte künstliche Verdauungsflüssigkeit aus der Labdrüsenschleimhaut des Hundes alles gekochte Eiweiss löst, die mit gekochtem Eiweiss vermischte angesäuerte künstliche Verdauungsflüssigkeit aus der Pylorusschleimhaut sich zersetzte, haben wir nicht gemacht. Durch die oben mitgetheilten Versuche ist zur Evidenz festgestellt, dass die aus den

sogen. Magenschleimdrüsen dargestellte künstliche Verdauungsflüssigkeit in Gegenwart freier Salzsäure in einem hohen Grade das Vermögen besitzt, ebenso Faserstoff wie geronnenes Hühnereiweiss zu lösen. Diese Faserstoff- und Eiweisslösungen zeigen vollkommen dieselben Reactionen wie die durch künstliche Labdrüsen-Verdauungsflüssigkeit bedingten. Einmal geben sie die von v. Wittich (l. c.) angegebene Peptonreaction mit Glycerin und schwefelsaurem Kupferoxydkali in ausgezeichneter Weise. Die mehr gelöste Eiweissstoffe enthaltende künstliche Verdauungsflüssigkeit aus den sogen. Labdrüsen gibt dieselbe in höherem Grade als die aus den sogen. Magenschleimdrüsen, welche unter den gleichen Bedingungen, wie wir gesehen haben, weniger Eiweissstoffe in Lösung enthält. Diese Reaction, welche indess bei allen Eiweisslösungen z. B. auch beim Syntonin eintritt, erscheint für den Nachweis der Pepton-Natur einer Eiweisslösung von untergeordneter Bedeutung. Abgesehen davon aber zeigen die durch die künstliche Verdauungsflüssigkeit aus den sogen. Magenschleimdrüsen hergestellten Eiweisslösungen alle physikalischen und chemischen Eigenschaften, welche den durch die künstliche Verdauungsflüssigkeit aus den sogen. Labdrüsen bedingten Eiweisslösungen zukommen. Beide stellen klare Flüssigkeiten dar, von einem aromatischen leicht ranzigen Geruch und beide haben in hohem Grade die Eigenschaft, welche für ihre Resorption so wichtig ist, durch vegetabilisches Pergament schnell zu diffundiren. Beide werden im Gegensatz zu andern Eiweisslösungen durch Kochen, schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenchlorid, nicht ganz concentrirte Mineralsäuren, Gemische von Säuren und neutralem Alkali oder Erdsalzen nicht gefällt. Dagegen werden beide gefällt durch Jod, Tannin, Sublimat, salpetersaures Quecksilberoxyd und -oxydul, Argent. nitric., neutrales und basischessigsaures Bleioxyd. Beide geben die Xanthoprotein- und Millon's Reaction. Es kann daher an der Peptonnatur der Eiweisslösungen, welche durch die aus den sogen. Schleimdrüsen des Magens gewonnene künstliche Verdauungsflüssigkeit bewirkt werden, nicht gezweifelt werden. Es erscheint bis heut als eine der bestbegründetsten Thatsachen der Physiologie, dass das Pepsin ein Product der sogen. Labzellen (Belegzellen *Heidenhain*) sei, welche gleichzeitig die Säure liefern, deren vereinter

Wirkung der Magensaft seine verdauende Wirkung auf die Eiweisskörper verdankt. Nachdem nun aber durch die hier mitgetheilten Untersuchungen dargethan ist, dass sowohl der wässrige, wie der saure und der Glycerinauszug aus dem Theile der Magenschleimhaut, welcher lediglich sogen. Magenschleimdrüsen — also Drüsen, welche keine Belegzellen enthalten — führte, ebenfalls das Vermögen besitzt, in Gegenwart freier Salzsäure Peptone zu bilden: kann zuvörderst davon nicht mehr die Rede sein, dass die Belegzellen die einzigen Elemente in den schlauchförmigen Drüsen des Magens sind, welchen die Pepsinbildung zufällt. Erwägt man aber ferner, nachdem Heidenhain uns in den sogen. Labdrüsen zwei Zellenarten kennen gelehrt hat: die Beleg- und die Hauptzellen, welche letztere die grösste Verwandtschaft in allen ihren Eigenschaften mit den Drüsenzellen der sogen. Magenschleimdrüsen haben: so entsteht ein berechtigter Zweifel, ob die Belegzellen überhaupt das Pepsin bilden. Wir werden durch alle diese Gründe fast mit Gewalt zu der Annahme gedrängt, dass ebenso wie die Drüsenzellen in den sogen. Magenschleimdrüsen Pepsin bilden, dies in den sogen. Labdrüsen die Hauptzellen thun, welche den ersteren in jeder Beziehung so ähnlich sind, und nicht die Belegzellen. Welche Function würde dann aber den letzteren zufallen? Vielleicht haben sie die Function der Säurebildung des Magensaftes. Vielleicht haben wir in ihnen die Regulatoren der Eiweissverdauung zu erblicken, welche ja bekanntlich auch bei der Gegenwart von Pepsin ohne freie Säure nicht vor sich geht. Diese Anschauung dürfte auch besser als alle bisher aufgestellten Theorien die Frage, wie so es kommt, dass der Magensaft nicht seine eigene Ursprungsstätte verdaut (cf. Kuehne, physiol. Chemie 1868, p. 42), beantworten helfen. Ohne an diesem Ort weiter auf physiologische Erörterungen einzugehen, will ich schliesslich nur noch die Frage etwas näher beleuchten, wie so es kommt, dass die sogen. Schleimdrüsen des Magens in einem geringeren Maasse als die sogen. Labdrüsen die Fähigkeit haben, Peptone zu bilden. Ich glaube, dass diese Differenz keine absolute, sondern nur eine relative ist, d. h. dass sie darauf zu beziehen ist, dass in der Regio pylorica des Magens, wo sich lediglich die sogen. Magenschleimdrüsen befinden, in einer gewissen Gewichtsmenge Schleimhaut weniger pepsinbildende Zellen vorhanden sind, als in einer gleich grossen Gewichtsmenge Labdrüsenschleimhaut und zwar

aus mehrfachen Gründen. Wenn auch in den sogen. Labdrüsen das Lumen der Drüsen neben den Hauptzellen mit vielen Belegzellen ausgefüllt wird, so stehen erstens die sogen. Labdrüsen bedeutend dichter aneinander und es findet sich hier gegenüber der sogen. Magenschleimdrüsenregion eine verschwindend kleine Menge Bindegewebe zwischen den einzelnen Drüsenschläuchen. Ferner aber sind die lediglich schleimbereitenden Epithel führenden Magengrübchen der Labdrüsenregion verschwindend flach gegenüber den tiefen Einbuchtungen in der Regio pylorica, wo sich dieselben bis in die Mitte, ja zwei Dritttheile der Dicke der Schleimhaut in die Tiefe erstrecken.

Da, wie sich aus unseren Versuchen ergeben hat, die sogen. Magenschleimdrüsen in hohem Grade das Vermögen besitzen, Pepsin zu bilden, so verdienen sie auch statt der allgemein für sie gebräuchlichen Bezeichnung, nunmehr einen ihrer Function mehr entsprechenden Namen. Ich möchte für sie den Namen: einfache Pepsindrüsen vorschlagen, im Gegensatz zu den sogen. Labdrüsen, welche ich, da sie 2 Zellenarten führen: die Hauptzellen und die Belegzellen, als zusammengesetzte Pepsindrüsen bezeichnen würde.

Breslau, 25. Mai 1870.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVIII.

Fig. 1. Epithel der Magengrübchen des Hundes (Reg. pylor.) mit den besonders zwischen ihren unteren Zellwänden gelegenen »Ersatzzellen«. 450/1.

Fig. 2. 3. 4. Sogen. Magenschleimdrüsen (einfache Pepsindrüsen) aus der Regio pylor. des Hundes 150/1. Fig. 2 stellt diese Drüsen nach 4tägigem Hunger, Fig. 3 nach 4stündiger Verdauung von pflanzlicher Nahrung, Fig. 4 nach Reizung der Magenschleimhaut durch Schwammfütterung dar. — Die Präparate waren mit wässriger Anilinlösung blau gefärbt. Die stärkere und schwächere Blaufärbung der Drüsenzellen in den verschiedenen Zuständen ist hier durch dunklere oder hellere Zeichnung der Zellen ausgedrückt.

a. Epithel der Mageninnenfläche.
b. Magengrübchen mit ihrem Epithel.
c. Unterster Theil der Magengrübchen (Drüsenausgang).
d. Die sogen. Schleimdrüsen (einfache Pepsindrüsen) selbst.
e. Der obere Theil derselben (Drüsenhals).
f. Der untere Theil derselben (Drüsenkörper).
g. Lumen der Drüse.

Ueber die Milz des Menschen und einiger Säugethiere.

Von

Eduard Kyber, Stud. med.
in Dorpat.

Hierzu Taf. XXIX. u. XXX.

Die folgenden Untersuchungen sind im pathologischen Laboratorium der Dorpater Universität hauptsächlich im Laufe des Jahres 1868, zum Theil auch in der darauf folgenden Zeit gemacht worden und gelangen hier im Wesentlichen als Auszug aus einer von der medicinischen Facultät dieser Universität im December 1868 gekrönten Preisarbeit in die Oeffentlichkeit. Sie bilden einen Theil der genannten Arbeit und wurden zur Beantwortung der Frage: »Welchen Veränderungen unterliegen die einzelnen Formbestandtheile der Milz bei amyloider Degeneration, in welcher Reihenfolge erkranken sie und welchen Einfluss hat die Erkrankung derselben auf die Blutcirculation des Organs?« unternommen. Die Untersuchungen der normalen und amyloiden Milz gingen hierbei Hand in Hand und diesem Umstande verdanke ich manche entschiedene Resultate. Die amyloide Milz wird sammt einigen anderen Angaben über die amyloide Degeneration in einer gesonderten Beschreibung erscheinen.

Vor Allem ergreife ich nun hier mit Freuden die Gelegenheit und spreche allen Denen, welche mich mit werthvollem Material aus den Krankenhäusern Dorpats und Petersburgs unterstützt haben,

meinen innigen Dank öffentlich aus, insbesondere aber dem Herrn Prof. Boettcher, unter dessen Leitung die Arbeit entstand, für die grosse Liberalität, mit welcher er mir seine reiche Sammlung pathologischer Milzen zu Gebote stellte und zahlreiches anderes Material schenkte, und dem Herrn Dr. Erichson, für die unschätzbare Liebenswürdigkeit, mit welcher derselbe mir während eines dreiwöchentlichen Aufenthaltes in Petersburg sein schönes Laboratorium bei dem Marienkrankenhause zur Arbeit öffnete und das Material von den Sectionen daselbst zur Verfügung überliess.

Untersuchungsmethode.

Da an frischen Milzen nur die isolirten Texturbestandtheile studirt werden können, so wurden die meisten Untersuchungen an gehärteten Präparaten gemacht. Ich benutzte hier die Chromsäure, das doppelt chromsaure Kali und den Alkohol und fand alle drei gut verwendbar. Das Härtungsmittel, der Concentrationsgrad der Lösung und die Härtungszeit müssen nach Umständen verschieden sein und sich sowohl nach der Consistenz des Organs, als auch nach der beabsichtigten Verwendung richten. Die Chromsäure als Härtungsmittel der Milz wurde von Billroth[1]) und Schweigger-Seidel[2]) gelobt, später aber von einigen Seiten verworfen; ich freue mich, dass Frey[3]) derselben in neuester Zeit zu diesem Zwecke abermals das Wort redet. Sie wird nur dann vortheilhaft verwendet, wenn man mit sehr schwachen Lösungen beginnt und allmälig zu stärkeren übergeht. Nach 8 bis 14 Tagen, wenn die Präparate mehr oder weniger schnittfähig geworden sind, bringt man sie in mittelstarken Alkohol; hier werden dieselben erst recht gut und lassen sich viele Monate aufbewahren, ohne jene Elasticität zu verlieren, welche ihnen trotz der erwünschten Härte zukommt. Ein Concentrationsgrad von 0,5 % ist für Milzen von der Consistenz der thierischen gewöhnlich ausreichend, die der Typhusmilz mehr oder weniger ähnlichen bedürfen dagegen stärkerer Lösungen. Billroth[4]) giebt an, dass er zuweilen erst nach 2—3monatlicher Härtung in

---

1) Virch. Arch. Bd. XX. S. 420.
2) Virch. Arch. Bd. XXIII. S. 527.
3) Das Mikroskop. Leipzig 1868. S. 251.
4) Virch. Arch. Bd. XXIII. S. 474.

20% Chromsäurelösung vollständig schnittfähige Typhusmilzen erhielt; ich kam bei selbst zerfliessenden Milzen zum Ziele, wenn das Präparat 2—3 Wochen in 1% Chromsäurelösung gelegen hatte; doch muss man kleine Stücke nehmen, — wie es ja auch in anderen Fällen nöthig ist, weil sonst nur die Peripherie hart wird, während das Innere fault, — und muss dieselben nach 3wöchentlichem Liegen in der 1% Chromsäurelösung in Alkohol bringen, wo sie dann nach einigen Tagen zur Verarbeitung fertig werden. Das vollkommene Erhärten in Chromsäure ist stets zu vermeiden, weil die Präparate selbst in schwachem Alkohol, worin sie aufbewahrt werden, immer noch bedeutend nachhärten und dann so bröckelig werden, dass sie häufig nicht mehr gebraucht werden können, während mässig in Chromsäure erhärtete Präparate eine solche Sprödigkeit nie erhalten. — Das doppelt chromsaure Kali wurde in Lösungen von 1 oder 2 % angewendet; von hier wurden die Präparate nach 1 bis 4 Wochen in Alkohol gebracht, wo ebenfalls eine Nachhärtung erfolgt. Den Weingeist allein, der das Gewebe mehr verändert, als die erstgenannten Flüssigkeiten, benutzte ich nur dann mit Vortheil, wenn das Organ mit Carmin injicirt war. In diesem Falle darf aber auch nur Alkohol gewählt werden, denn Chromsäure und doppelt chroms. Kali vernichten vollkommen die schöne rothe Farbe der Injectionsmasse.

Ebenso nothwendig, wie das Erhärten, ist das Injiciren des Organs zum Studium der Anatomie der Milz. Die älteren Bearbeiter der Milz in unserer Zeit (Billroth[1]), Stieda[2]), Key[3])) benutzten zur künstlichen Injection ausschliesslich Leimlösungen. Nachher hat Schweigger-Seidel[4]) durch sehr genaue Untersuchungen dargethan, dass Leiminjectionen ausserordentlich leicht zu Täuschungen führen können, namentlich bei der Milz, wo es fast unmöglich ist, das Organ ganz ohne Extravasate zu injiciren. Die Extravasate erscheinen aber nach Erhärtung des Präparates in Gestalt eines regelmässigen Fadennetzes. Stieda und Key glaubten solche Leimnetze für injicirte Netze zarter Capillaren annehmen zu dürfen,

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1862. Bd. XI. S. 338.

2) Virch. Arch. Bd. XXIV. S. 549 und Ueber das Capillarsystem der Milz. Dorpat 1862.

3) Virch. Arch. Bd. XXI. S. 570.

4) Virch. Arch. Bd. XXVII. S. 460.

und auch Schweigger-Seidel gesteht, dass die einfache mikroskopische Betrachtung trotz aller Sorgfalt nicht ausreichend sei zur Entscheidung, ob die ein Netzwerk bildenden Fäden der Injectionsmasse besondere Wandungen besitzen, oder nicht. Aus seinen Untersuchungen geht klar hervor, 1) dass seine Fäden von Injectionsmasse, welche auf mikroskopischen Abschnitten eines mit Leimmasse injicirten Organes gesehen werden, nicht ohne Weiteres für injicirte Capillaren gehalten werden dürfen, 2) dass ähnliche Leimnetze sich auch dort bilden, wo keine präformirten Wege vorhanden sind. Ich habe deshalb den Schweigger-Seidel'schen Rath, nur körnige und nicht galatinirende Massen zur Injection der Milz zu verwenden, streng befolgt. Injectionen mit Leim und Zinnober oder Berlinerblau als Farbstoff wurden nur zum Studium der gröberen Gefässverhältnisse benutzt. Um die feineren Circulationsverhältnisse nachzuweisen, wurden ausschliesslich körnige kaltflüssige Massen angewandt und zwar blieb ich nach mehrfachen Versuchen mit verschiedenen Injectionsmassen beim Beale'schen Blau und Frey'schen Carmin[1]) stehen. Mit diesen bequem zu handhabenden Massen wurden über 200 Milzen injicirt (etwa 60 von Menschen, 50 von Hunden, 50 von Katzen, 20 von Pferden, 10 von Kaninchen und die einiger anderen Thiere). Während das injicirte Präparat härtet, transsudirt der flüssige Theil der Masse und im Gefässe bleibt nur der höchst feinkörnige Farbstoff, welcher die Capillaren und kleineren Gefässe vollkommen ausfüllt, sich aber auch an den Wandungen der grösseren Gefässe festsetzt, wodurch die Natur dieser kenntlich gemacht wird. Extravasate erkennt man leicht an der formlosen Anhäufung der Farbstoffkörnchen; wo Netze feiner Fäden zu Gesicht kommen, da hat man es bestimmt mit angefüllten Röhrchen zu thun. Was das Injectionsverfahren selbst anbetrifft, so injicirte ich fast ausschliesslich von der Arteria und Vena lienalis aus. Von der Aorta aus zu injiciren, wie W. Müller[2]) es beim Hunde, bei der Katze, dem Kaninchen machte, führt nicht zum Ziele und ist ausserdem eine grosse Verschwendung des Injectionsmateriales. Ja ich habe mit wenigen Ausnahmen, wie auch Billroth[3]) es that, nur einen Ast der Milzgefässe injicirt. Man

1) Frey, Das Mikroskop. 1863.

2) Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg. 1865. S. 83.

3) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XI, S. 339.

hat hierbei auch den Nutzen, dass von einer und derselben Milz injicirte und uninjicirte Präparate, die sich unter gleichen Bedingungen befanden, erhalten werden. Das Organ muss stets vor Augen sein, damit man das Eindringen der Masse genau verfolgen kann. Das Eintreiben derselben geschieht höchst vorsichtig; der Spritzenstempel bewegt sich so langsam, dass das continuirliche Vordringen desselben nur durch allmäliges Schwinden kleiner, punktartiger Flecken, die sich etwa auf ihm befinden, wahrnehmbar wird; die Spannung des Gefässrohres, in welches die Masse injicirt wird, darf keine übermässig hohe sein; unumgänglich nothwendig ist es auch, zugleich die Oberfläche des Organes selbst zu betrachten; zeigt sich rasch eine diffuse Färbung durch die eingespritzte Masse, so ist alles verdorben; tritt eine dichtstehende Punktirung auf der Oberfläche auf, dann muss die Arbeit unterbrochen werden und man kann hoffen, einen Erfolg gehabt zu haben. Auf letzteren Umstand ist am meisten zu achten, und ein etwas frühzeitiges Abbrechen wird weniger bereut werden, als ein zu spätes. Doppelte Injectionen des Arterien- und Venensystems vollführte ich nach Billroth's[1]) gutem Rathe so, dass zuerst die Vene, dann die Arterie gefüllt wurde. W. Müller suchte dasselbe durch successives Eintreiben der zwei verschiedenen Massen in das Arterienrohr zu erzielen. Derselbe hat jedoch mit Leim injicirt. Wer sich nicht gelatinirender Massen zur Injection bedient, wird finden, dass dieses Verfahren bei der Milz nicht anwendbar ist. Es bildet sich hier eine Unzahl von Extravasaten, die in letzterem Falle eben so unschön zu Tage treten, als sie bei Leiminjectionen schön zu einem Netze formirt erscheinen. Die Injection vollführte ich mit einer Handspritze und injicirte gewöhnlich mehrere Milzen hintereinander. Die natürliche Injection hat mir nur bei der amyloiden Milz Nutzen gebracht.

Nachdem die injicirten oder uninjicirten Präparate erhärtet waren, wurden zur mikroskopischen Untersuchung feine Schnitte mit dem Rasirmesser angefertigt und diese dann direct oder nach der Carminfärbung untersucht. Zu vielen Zwecken muss die His'sche Pinselmethode in Anwendung gezogen werden. Das Pinseln dauert gewöhnlich eine halbe Stunde oder bedeutend länger; von Zeit zu Zeit betrachtet man das Präparat unter dem Mikroskope; häufig kommt es dann vor, dass gerade am Schlusse der Wunsch,

---

1) Virch. Arch. Bd. XXIII, S. 462.

das schon Sichtbare noch deutlicher zu machen, die Arbeit mehrerer Stunden vernichtet: während man noch eine kleine Partie auspinseln wollte, hat man das zarte Gewebe zerrissen. Vor Täuschungen durch falsche Bilder, welche bei langem Pinseln erhalten werden können, schützt ein Vergleich vieler Objecte, so wie den auch alles, was an gepinselten Präparaten sichtbar ist, ebenfalls an nicht gepinselten, wenn auch weniger deutlich, erkannt werden muss. Häufig habe ich den Schnitt auch so gemacht, dass die eine Hälfte desselben sehr fein ist, die andere etwas mächtiger. Das Auspinseln lässt sich dann auch so veranstalten, dass man nur das dickere Ende wiederholt mit dem Pinsel betupft, während das dünnere durch leichtes Flottiren in vielem Wasser, ohne mit dem Pinsel berührt zu werden, von den locker liegenden Elementen befreit wird.

Zur Anfertigung bleibender Präparate wurden die Schnitte entweder, nachdem sie in Creosot[1]) aufgehellt waren, in Canadabalsam (aufgelöst in Chloroform) eingeschlossen, oder sie wurden in Glycerin eingekittet. Nach solchen Präparaten habe ich die zum Text gehörigen Abbildungen gezeichnet.

Anatomie.

Das Folgende bezieht sich nur auf den Bau der Milz des Menschen, des Kaninchens, des Hundes, der Katze und des Pferdes.

Auf der Schnittfläche des frischen Organes sieht man in den Maschen des von den Milzbalken und grossen Blutgefässen gebildeten Netzes graulich weissliche runde und längliche Gewebspartien (Lymphscheide mit den Malpighi'schen Körperchen) und ein rothes Gewebe; letzteres ist die sogen. Pulpa. Mit diesem Namen wurden früher die feinsten Blutgefässe, die kleinsten Trabekel, das Blut und das Milzparenchym, — Theile, welche mit unbewaffnetem Auge nicht von einander zu unterscheiden sind, zu einem Begriff vereinigt. Ich habe die Bezeichnung »Pulpa« nach dem Vorgange Billroth's[2]) ganz verlassen, indem es mir zweckmässiger erscheint, auch bei der Milz die Ausdrücke »Parenchym«, »Blut« u. s. w., wie sie bei anderen Organen angewendet werden, zu gebrauchen.

Die Capsel der Milz besteht aus dem Peritonealüberzuge und

1) Stieda in diesem Archiv Bd. II.

2) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XI. und Virch. Arch. Bd. XXIII.

der Tunica propria, welche beide untrennbar mit einander verwachsen sind. Das Trabekelsystem ist ein durchaus unregelmässiges, aus vielfach verästelten und mit einander verbundenen Fäden bestehendes Gerüst, welches einerseits mit der Kapsel im Zusammenhange steht, andererseits mit jener soliden röhrenförmigen Scheide, welche die Gefässe bei ihrem Eintritt in die Milz von der Tunica propria erhalten.

Den mikroskopischen Bau betreffend, so bestehen Kapsel, Trabekel und solide Gefässscheiden aus Bindegewebs- und elastischen Fasern, Bindegewebskörperchen und glatten Muskelfasern. Die beiden ersteren sind in gleicher Menge vorhanden und bilden dicht zusammengedrängte Netze, welche in der Tunica propria der Fläche nach, in den Fortsätzen der Hülle der Länge nach angeordnet sind. Die glatten Muskelfasern sind beim Hund, bei der Katze und dem Kaninchen allgemein anerkannt; bei ersteren beiden bestehen die kleineren Trabekel fast nur aus Muskelbündeln, welche auch sonst reichlich vorhanden sind; beim Kaninchen ist ihre Zahl etwas geringer; noch mehr treten sie beim Pferde im Verhältniss zu der mächtigen Entwicklung des Bindegewebes der grösseren Balken zurück. Was den Menschen anbetrifft, so sagte Illasek[1]: »Fibrae musculares laeves, exceptis, quae in tunica media arteriarum deprehenduntur, in splene humano non sunt inventae.« Ich widmete diesem Gegenstande nicht wenige Stunden und bin zu einem mit W. Müller[2]) übereinstimmenden Resultate gekommen, nämlich, dass sowohl in der Propria als in den Trabekeln der menschlichen Milz spärliche Bündelchen glatter Muskelzellen nachgewiesen werden können. Nach der Carmintinction und Essigsäurequellung treten sie als dünne Züge spindelförmiger Zellen mit stäbchenförmigen oder etwas geschlängelten Kernen zum Vorschein; vor einer Verwechselung mit Bindegewebskörperchen schützt schon ihre Anordnung zu Bündelchen. Nach 3—4tägiger Maceration in 20 % Salpetersäure und Zerfasern des Präparates (in welchem stets vorher die Abwesenheit von Gefässen constatirt wurde) in Wasser liessen sich die isolirten Muskelfasern noch sicherer als solche erkennen.

Das Innere der Milz kann weiterhin in groben Umrissen so

1) Disquisitiones de structura et textura lienis mammalium et hominis. Diss. Dorpati 1852. p. 46.

2) l. c. S. 64.

aufgefasst werden: Jeder Ast der Arteria lienalis [1]) verzweigt sich nach dem Durchtritt durch die Kapsel baumförmig in kleinere Aeste, welche alle in der erwähnten Balkenscheide eingeschlossen sind. Wenn die Aeste eine gewisse Feinheit (beim Menschen im Mittel 0,18 Mm. Durchmesser) erhalten haben, wandelt sich die Balkenscheide in eine Lymphscheide um. Letztere zeigt an einzelnen Stellen kugelige oder ovoide Anschwellungen; diese sind die Malpighi'schen Körperchen. Während ein Arterienast nun in der lymphoiden Hülle dahinzieht, giebt er von Strecke zu Strecke kleine Zweige ab, welche gewöhnlich in ein Büschel von feineren Zweigchen (sog. Penicillus) zerfallen. Der Arterienast selbst, welcher sich unterdessen in 2 oder 3 gleich starke Aeste theilen kann, wird immer schwächer, besitzt zuletzt nur noch die Dicke der von ihm abgehenden Zweige und zerfällt dann ebenfalls in mehrere kleinere Arterien. Die kleinsten Arterien lösen sich in Capillaren auf, welche eine mittlere Dicke von 0,005 Mm. haben und als arterielle Capillaren zu bezeichnen sind. Diese gehen plötzlich in Gefässe von beträchtlich grösserem Durchmesser (Fig. VI), welches die »capillären Venen« sind, über. Letztere münden in kleine Venenstämmchen ein, welche baumförmig zu grösseren Stämmen zusammenfliessen und dann aus der Milz hinausgehen. Die Venenstämme sind alle in einer Balkenscheide eingeschlossen, welche sich aber nirgends wie bei den Arterien, auflockert. In der menschlichen Milz laufen die grösseren Arterien- und Venenäste neben einander, wenn sie aber jene Feinheit erlangt haben, wo die Arterienscheide anfängt sich aufzulockern, trennen sie sich von einander. Bei Hunden und Katzen geschieht die Trennung gewöhnlich gleich nach dem Eintritt in die Milz. Zwischen den capillären Venen (Fig. III c) befinden sich Gewebsstränge (e), welche das Milzgewebe darstellen.

Jeder Ast der Arteria lien. macht in der Milz, ohne mit anderen Aesten zu anastomosiren, den eben geschilderten Verlauf; die Milz besteht also aus eben so vielen Lappen, als einzelne Arterien in sie eintreten. Jeder Zweig jener Arterienäste zerfällt in Capillaren und geht in Venen über, ohne mit anderen Zweigen zu anastomosiren; ein einzelner Lappen besteht also aus eben so vielen

1) Die Arteria lienalis spaltet sich vor dem Eintritte in die Milz beim Menschen in 4 bis 10 Aeste oder noch mehr, bei Hunden und Katzen in 30 und mehr.

Läppchen, als ein eintretender Arterienast Zweige besitzt. Die Läppchen bestehen aus den venösen Capillaren, den Parenchymsträngen der Milz und den arteriellen Gefässen (welche, wenn sie einem Malp. Körperchen angehören, zum Theil ein eigenthümliches, räumlich von den Venen gesondertes Stromgebiet darstellen). Die Trennung der Läppchen von einander ist nur insofern keine scharfe, als zwischen den Anfängen der Venen mehr oder weniger reichliche Anastomosen vorhanden sind; daher auch die Gleichmässigkeit der Schnittfläche einer Milz.

Ich will nun das eben Gesagte näher besprechen, begründen und mit den Resultaten anderer Forscher in Kürze vergleichen.

Die gröberen Gefässverhältnisse habe ich in der injicirten menschlichen Milz zum Theil mit dem Präparirmesser und einer geknöpften Scheere nachgewiesen. Man überzeugt sich auf diese Weise, dass Arterie und Vene neben einander laufen und ihre beiden Scheiden zu einer gemeinsamen Hülle verwachsen sind; es lässt sich dabei auch leicht constatiren, dass zwischen der Arterienwand und Balkenhülle in der Regel eine deutlich wahrnehmbare Zwischenschicht lockeren Bindegewebes vorhanden ist, während mit der Venenwand die Scheide fest verwachsen ist. Dasselbe wird auch auf mikroskopischen Schnitten beobachtet. Mitunter kommt es jedoch vor, dass zwischen Venenwand und Scheide ebenfalls eine Zwischenschicht lockeren Bindegewebes sich befindet. Dass bei Hunden und Katzen die Arterien und Venen gewöhnlich gleich nach dem Eintritte in die Milz sich von einander trennen, davon überzeugt man sich, wenn man vom gehärteten Organe derart mikroskopische Abschnitte macht, dass der Schnitt in die Richtung der eintretenden Gefässe fällt. Dieser von der menschlichen Milz abweichende Bau ist nur ein scheinbarer, denn die Gefässe letzterer beiden Thiere verästeln sich schon ausserhalb des Organs so stark, dass nur sehr feine Zweige ins Innere eintreten; die feinen Zweige beider Gefässarten laufen aber auch beim Menschen gesondert.

Der Zerfall der kleinen Arterien in Penicilli ist an gehärteten injicirten Präparaten schwieriger zu sehen, als an frischen. Zieht man bei diesen eine kleine Arterie sorgfältig aus dem Gewebe heraus und betrachtet dieselbe unter dem Mikroskope, so erkennt man den Abgang seitlicher Zweige, die darauf in mehrere kleine Aestchen zerfallen. Hat man sich von diesen Verhältnissen einmal überzeugt, so erkennt man sie auch an den Bruchstücken der mikroskopischen

Abschnitte wieder. Dass die einzelnen Arterienäste nicht mit einander anastomosiren, geht am schönsten aus dem Umstande hervor, dass man durch einen eintretenden Ast (vorausgesetzt, dass man nicht mit Leim injicirt, wobei ich die ganze Milz mit Wasser angefüllt erhielt) stets nur einen ganz begrenzten Abschnitt des Organs injicirt. Wird eines der Enden der Milz mit einem Gefässchen zusammen abgeschnitten, so lässt sich die arterielle Injection, ohne dass von der Schnittfläche Masse austritt, anstellen. Der Bearbeiter der Milz (dem stets eine Injection erwünscht ist) freut sich deshalb, wenn der pathologische Anatom das Organ nicht nach üblicher Weise der Länge nach, sondern der Quere nach vom Rücken zur concaven Fläche aufschneidet; freilich kann letzterer dann, weil die grossen Gefässbezirke der Länge nach geordnet sind, gewisse pathologische Veränderungen (Infarcte) leichter übersehen. Dass die Abgeschlossenheit eines Gefässbezirkes sich nur auf die arterielle Hälfte, nicht auf die zugehörigen Venen bezieht, erfährt man, wenn man einen isolirt in die Milz eintretenden Venenast injicirt; es fliesst die Masse dann regelmässig sehr bald aus den zunächst eintretenden Venenästen (welche zum Gelingen der Injection unterbunden werden müssen) rückwärts aus und man überzeugt sich später bei der mikroskopischen Untersuchung, dass dieses nicht in Folge von Extravasaten, sondern in Folge von Anastomosen zwischen den kleinen Venen der nebeneinander liegenden Gefässbezirke geschieht.

Die grösseren Venenstämme stimmen in ihrem Bau mit anderen Venen überein. Indem sie aber durch die Verästelung schwächer werden, schwinden die Häute mehr und mehr; die grösstentheils aus längsverlaufenden Muskelfasern bestehende Media verschmilzt mit der Balkenscheide; von der Intima bleibt nur das Epitel erhalten, und zuletzt ist die ganze Vene in einen reichlich von längsverlaufenden Muskelfasern durchsetzten Balkenkanal umgewandelt, dessen innerste Auskleidung nur von einer einfachen Schicht spindelförmiger Zellen gebildet wird, wie man sich leicht an carmingefärbten mikroskopischen Abschnitten überzeugen kann.

Ueber die grösseren Gefässe macht W. Müller[1]) Angaben, mit denen die meinigen im Wesentlichen übereinstimmen. Billroth[2]) und Schw.-Seidel[3]) fassen die Milz als ein lappiges Organ auf.

1) l. c. S. 67.
2) Virch. Arch. Bd. XXIII., S. 460.
3) Virch. Ach. Bd. XXVII., S. 474.

Die kleinen Arterien, welche nicht mehr in Begleitung der Venen laufen, werden dadurch charakterisirt, dass an ihnen das Gewebe der Balkenscheide jene Modification erleidet, die als cytogene oder adenoide Umwandlung bezeichnet wird. Nach Schweigger-Seidel[1]) beginnt die Auflockerung an den innersten Schichten der Scheide und schreitet von hier aus nach aussen vorwärts. Nach W. Müller[2]) findet gewöhnlich das Umgekehrte statt. Ich habe viele Bilder gesehn, welche für den Schw.-Seidel'schen Modus sprechen, oft aber auch das Entgegengesetzte constatiren können und möchte deshalb annehmen, dass die cytogene Umwandlung ihren Ausgang von keinem constanten Punkte der Scheide nimmt, sondern bald an der Peripherie, bald im Innern beginnt und dann sich weiter auf die Umgebung ausbreitet. Die stärksten Aeste, an welchen die Auflockerung der Scheide beim Menschen angetroffen wird, besitzen einen Durchmesser von 0,15—0,2 Mm.; bei Hunden und Katzen findet man sie an Aesten, welche eben in die Milz eingetreten sind (die Erklärung hierfür ergiebt sich aus dem a. a. O.[3]) Gesagten). Die Lymphscheide bildet eine Eigenthümlichkeit aller kleinen arteriellen Gefässe. Dieses tritt deutlich bei der amyloiden Degeneration zu Tage; bei jener Form der Deg., wo allein die Lymphscheide erkrankt (Sagomilz), findet man oft die Umgebung selbst der kleinsten Arterien auf analoge Weise in dem amyloiden Zustande begriffen, wie die der grösseren; ein analoges Verhalten sieht man bei der sog. diffusen amyloiden Entartung, wo die Lymphscheide erst secundär afficirt wird.

Die Lymphscheide ist nicht an allen Arterien gleich stark entwickelt und sowohl an den grösseren als auch an den kleineren wird sie zuweilen gar nicht als solche wahrgenommen. Eine excessive Entwickelung derselben findet man dagegen in jenen Gebilden, die als Malpighi'sche Körperchen bekannt sind. Früher betrachtete man diese als Bläschen mit einer membranösen Hülle (Kölliker[4]), Hlasek[5]), Billroth[6]); in der Neuzeit werden sie

1) Virch. Arch. Bd. XXIII, S. 536.
2) l. c. p. 68.
3) Vergl. in dieser Schrift S. 12.
4) Mikroskop. Anatomie. 1854. Bd. II, 2. Hälfte, S. 261.
5) l. c. p. 26.
6) Müller's Arch. für Anatomie etc. 1857, S. 99.

von Billroth[1]), Axel Key[2]), Schw.-Seidel[3]), Stieda[4]), W. Müller[5]) und Fenenko nur als locale Hyperplasien der Lymphscheide betrachtet. Die Richtigkeit einer solchen Auffassung wird, abgesehen davon, dass man zwischen der einfach cytogen umgewandelten Scheide und den ausgesprochenen kugeligen Hyperplasien alle möglichen Zwischenstufen der Entwickelung findet, auch dadurch bestätigt, dass sich bei den genannten Formen der amyloiden Deg. alle Theile der Lymphscheide gleich verhalten. Dennoch lässt sich im Detail eine anatomische Unterscheidung der einfach cytogen umgewandelten Scheide von den localen Hyperplasien machen, zumal da Schweig.-Seidel gezeigt hat, dass die Malp. Körperchen nicht immer allein dadurch entstehen, dass sich das netzförmige, die Arterie umgebende Bindegewebe stärker entwickelt und auflockert und reichlicher mit lymphoiden Zellen anfüllt, sondern dass zur vollständigen Erklärung der Verhältnisse noch die Entwickelung von »Follikeln« innerhalb der Lymphscheide hinzugenommen werden muss.

Was die Beziehung der Lymphscheide zu dem zugehörigen Arterienstamme anbetrifft, so läuft die Arterie, wo sich kein Follikel entwickelt hat, gewöhnlich mehr oder weniger central in der Scheide, sei es, dass diese einfach cytogen umgewandelt oder hyperplastisch geworden sei; wo ein Follikel sich befindet, da liegt die Arterie (Fig. IV, a) immer seitlich, aber eine bald sehr schmale bald breitere Hülle der Lymphscheide umschliesst dann stets gemeinsam sowohl die Neubildung als auch das Gefäss. Den Bau dieser Arterie selbst anlangend, so besitzen Intima und Media derselben an den stärkeren, getrennt von den Venen verlaufenden Zweigen nichts vom gewöhnlichen Baue Abweichendes. An den kleineren wird die Ringfaserhaut immer undeutlicher und Arterien von 0,010 bis 0,916 Mm. bestehen nur aus einer bindegewebigen, undeutlich faserigen Haut, welche inwendig von den kleinen spindelförmigen Epitelzellen der Intima ausgekleidet ist und in der sich elliptische, in der Längsrichtung

---

1) Virch. Arch. Bd. XX, S. 415.
2) Ibidem Bd. XXI, S. 577.
3) » » XXIII, S. 569.
4) » » XXIV, S. 545.
5) l. c. p. 68.

liegende Kerne befinden. Diese Gefässwand ist von der cytogenen Scheide unmittelbar eingehüllt. Die Adventitia der grösseren der in Rede stehenden Arterien verhält sich verschieden. An den einfach cytogen umgewandelten Partien der Scheide ist sie gewöhnlich vollkommen erhalten und wird häufig noch von einem nicht aufgelockerten Theile der Scheide verstärkt; an den hyperplastischen Stellen wird sie in der Regel mehr oder weniger mit in die cytogene Umwandlung hineingezogen, in geringerem Grade, wenn das Malp. Körperchen durch Follikelbildung entstanden ist, wenn die Arterie also seitlich liegt, in höherem, wenn die Arterie central liegt und hier kann sich die Lockerung selbst bis auf die äussere Grenze der Muscularis erstrecken.

Die Form eines ausgebildeten Malp. Körperchens ist stets mehr oder weniger eine kugelige. Durch theilweises Zusammenfliessen einzelner Körperchen verändert sich dieselbe auf leicht verständliche Weise. Die Grösse anlangend, so beträgt der mittlere Durchmesser bei Kaninchen, Katzen und Hunden 0,35, bei Pferden 0,6, beim Menschen 0,45 Mm.

Bei einem durch siebenwöchentliches spärliches Füttern (behufs anderer Zwecke) getödteten Hunde konnte ich mit blossen Augen nichts von der Lymphscheide wahrnehmen; die mikroskopische Untersuchung des gehärteten Präparates ergab jedoch, dass die Malp. Körperchen zwar kleiner als gewöhnlich, aber deutlich als kugelige Gebilde entwickelt waren. Bei einem anderen Hunde, der ebenfalls im Laufe mehrerer Wochen täglich nur $^1/_2$ Pfd. Brod und Wasser erhalten, einige Stunden vor dem Tode aber reichlich gefressen hatte, konnten die Körperchen, wenn sie sich auch nicht so scharf wie gewöhnlich von der Umgebung abhoben, doch mit blossem Auge schon deutlich erkannt werden. Die Körperchen werden bei Thieren am deutlichsten einige Stunden nach Aufnahme reichlicher Nahrung wahrgenommen; sie heben sich dann sammt der übrigen Lymphscheide als weissliche Stränge mit kugeligen Anschwellungen scharf von dem Milzparenchym ab, weil dann die Auflösung der lymphoiden Zellen am reichlichsten ist. Dieser Umstand erklärt es auch, warum man früher wohl auch meinte, dass »die von Malpighi beschriebenen Körperchen sicher beim Menschen nicht vorkommen« (J. Müller[1])). Wenn man sie durch ihren Bau von dem

1) Müller's Arch. für Anat. etc. 1834. S. 82.

umgebenden Gewebe zu unterscheiden versteht, so sieht man sie bei der mikroskopischen Untersuchung in jeder menschlichen Milz und bei genauerer Beobachtung können sie fast ohne Ausnahme mehr oder weniger deutlich auch mit blossem Auge schon erkannt werden.

Wenden wir uns nun zur eingehenden Betrachtung der Lymphscheide, so haben wir die lymphkörperchenähnlichen Zellen, das netzförmige Gewebe und die Blutgefässe gesondert zu besprechen. Diese Elemente kommen sowohl der einfach cytogen umgewandelten Scheide als auch den Malp. Körperchen zu.

Die lymphoiden Zellen werden in folgenden verschiedenen Formen angetroffen: 1) die Mehrzahl bilden rundliche, feingranulirte Zellen von 0,005—0,008 Mm. Durchmesser, mit einem kernkörperhaltigen Kerne. 2) Ebensolche Zellen von 0,010—0,015 Mm., mit 2—3 Kernen; sie sind bald reichlicher anzutreffen, bald kaum zu finden, stets aber nur in geringer Menge vorhanden; ihre Kerne sind oft länglich und scheinbar wie in Theilung begriffen. 3) Freie, stark lichtbrechende Kerne von rundlicher oder elliptischer Gestalt und 0,003—0,006 Mm. Durchmesser, mit 1—3 Kernkörperchen. Ich betrachte diese Kerne als durch die Präparation freigewordene, ursprünglich in Zellen enthaltene Kerne und zwar aus dem Grunde, weil bei möglichst schonender Anfertigung des Präparates die sonst freien Kerne fast ohne Ausnahme eine Protoplasmahülle erkennen lassen, welche zuweilen nur auf einer Seite deutlich wahrnehmbar zurückgeblieben ist und nach Zusatz schwacher Essigsäure schwindet. 4) Sogenannte Körnchenzellen von 0,008—0,015 Mm. Durchmesser, d. h. rundliche, zuweilen durch scharfen Contour begrenzte, zuweilen nur als Agglomerat von Molecülen erscheinende Körnchenhaufen, welche sich bei Behandlung mit Essigsäure und Aether als wesentlich aus Fett und Eiweissmolecülen bestehend erweisen; sie werden nur spärlich angetroffen und sind als untergehende Zellen zu betrachten. 5) Zellen mit Pigmentkörnchen, die normaliter ebenfalls selten sind.

Das netzförmige Gewebe der Lymphscheide habe ich sowohl am frischen als auch am gehärteten Präparate studirt; erst wenn man die Verhältnisse bei letzterem kennen gelernt hat, lässt sich das frische Präparat, welches zum Vergleiche untersucht wird, richtig verstehen. Pinselt man feine Schnitte sorgfältig aus, so findet man, dass das Netz der einfach cytogen umgewandelten Scheide aus einem in der Richtung der Arterie langgestreckten Bindegewebs-

netz besteht, welches aus verhältnissmässig ziemlich dicken Fasern mit deutlichen Kernen gebildet wird. Die elastischen Fasern treten an Menge beträchtlich gegen die Bindegewebsfasern zurück; sie lassen sich aber von diesen sowohl durch ihr Aussehen als auch durch ihr Verhalten gegen Essigsäure und Aetzkali unterscheiden. Die Kerne erweisen sich nach der Carminimbibition und Behandlung des Präparates mit Essigsäure als Kerne der Bindegewebskörperchen in den Knotenpunkten oder sie erscheinen als spindelförmige Verdickungen der Fasern, an welchen weder Zellenkörper noch Kern unterschieden werden kann. Sie sind besonders reichlich an der Peripherie der Arterienscheide vorhanden und liegen, wie auch die von ihren Enden ausgehenden Fasern, in der Längsrichtung der Arterien. Die Fasern an der Peripherie stehen durch Querfasern in continuirlichem Zusammenhange mit dem durch grössere Feinheit ausgezeichneten Netze der Parenchymstränge der Milz.

Etwas complicirter ist das Netz an den hyperplastischen Stellen der Lymphscheide. Hier müssen vor Allem, wie die Untersuchungen von Schweigger-Seidel ergeben haben, zwei Fälle auseinandergehalten werden, da es sich einmal um eine Hyperplasie der Scheide in ihrem ganzen Umfange handelt, während ein anderes Mal die Hyperplasie nur an einem bestimmten Punkte stattfindet, wodurch ein Follikel in der Scheide gebildet wird. Im ersteren Falle ist das Faserwerk des Malp. Körperchens dasselbe, wie bei der einfach cytogen umgewandelten Scheide. Es bildet ein zwischen den Gefässen ausgespanntes Netz, dessen Fasern einerseits in die Fibrillen der Adventitia, andererseits in das Netz der Parenchymstränge unmittelbar übergehn. Die Abgrenzung nach aussen wird nur dadurch gebildet, dass die Fasern in der Peripherie etwas dichter zusammenrücken. Ist das Malp. Körperchen durch die Entwickelung eines Follikels entstanden, so besitzt es zwei verschiedene Netzwerke, indem neben dem vorhin genannten, welches die Peripherie des Körpers einnimmt, noch ein centrales, der kugeligen Neubildung angehörendes vorhanden ist. Letzteres unterscheidet sich von ersterem durch bedeutend weitere Maschen und grössere Feinheit der Fasern. Diese erscheinen häufig als langgestreckte Fäden zwischen den Capillaren, an denen sie sich mit dreieckigen Ansätzen inseriren. An der Peripherie des Follikels werden sie dicht zusammengedrängt und stehen mit dem Netze der übrigen Lymphscheide in Verbindung. Die kugelige Begrenzung des Follikel ist

eine so scharfe, dass das Malp. Körperchen das Aussehen zweier in einander geschachtelter Gebilde erhält. Demnach besitzen die Follikel keine Membran. — Es ist sehr schwer, eine Uebersicht über grössere Partien des Netzes zu erhalten, indem bei der Entfernung der darin liegenden Zellen mit dem Pinsel das Faserwerk wegen der grossen Zartheit stets mehr oder weniger zerstört wird; an schwach gepinselten, mit Carmin gefärbten Präparaten habe ich jedoch die Anwesenheit von Kernen in einzelnen Knotenpunkten wahrnehmen können, wie auch W. Müller[1]) und Fenenko[2]) es angeben, während Schw.-Seidel[3]) sich davon nicht überzeugen konnte. Ich halte das Netz in den Follikeln für verwandt mit dem der übrigen Arterienscheide, wofür sowohl der continuirliche Zusammenhang beider als auch ihr vollkommen analoges Verhalten bei der amyloiden Deg. spricht. — Was die dreieckigen Ansätze der Netzfasern an die Capillarwand anlangt, so habe ich mich mehrmals auf das Entschiedenste überzeugen können, dass beide in continuirlicher Verbindung stehen, indem Kali caustium, Argent. nitr. und Carmin keine wahrnehmbare Trennung hervortreten liessen. Hiermit soll jedoch nicht abgestritten werden, dass in anderen Fällen die Fasern nur in eine adventitielle Hülle der Capillarwand übergehen, wie His[4]) als constant und Schw.-Seidel[5]) für viele Fälle angeben.

Wenden wir uns nun zu den Gefässverzweigungen der Lymphscheide. Längere Zeit glaubte man, dass die Arterienstämmchen der Malp. Körperchen einfach durch sie hindurchgehen. Malpighi[6]) spritzte Tinte in das Gefäss ein und bemerkte, dass die Körperchen dabei immer weiss bleiben. J. Müller[7]) fand durch Injection von Leim oder Quecksilber, dass beim Durchgang der injicirten Arterien durch die Körperchen »nichts von den Zweigelchen in ihnen bleibt«. — 1854 berichtete Kölliker[8]), dass er sich »aufs Bestimmteste von dem Vorkommen zahlreicher feiner Capillaren« in

1) l. c. p. 71.
2) l. c. p. 50.
3) Virch. Arch. Bd. XXIII, S. 526.
4) Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. X, S. 339.
5) l. c. p. 546.
6) Opera omnia. Londoni 1866, p. 111.
7) Müller's Arch. 1834, S. 47.
8) Mikroskop. Anat. Bd. II., 2. Hälfte, 1854, S. 263.

den Malp. Körperchen einer Katzenmilz überzeugt habe. Obwohl diese Entdeckung jetzt allseitig bestätigt worden ist, so muss doch J. Müller's Beobachtung, wie wir weiter unten sehen werden, in einer gewissen Hinsicht als sehr richtig bezeichnet werden. In neuester Zeit wurde wieder darüber gestritten, welcher Natur die Blutgefässe der Lymphscheide sind. Ich behaupte in Uebereinstimmung mit Billroth[1]), Key[2]), Schw.-Seidel[3]), Stieda[4]), Basler[5]), W. Müller[6]) und Fenenko[7]), gegen die älteren Angaben von Henle[8]), Kowalewsky[9]) und Grohe[10]), dass sie alle dem arteriellen Stromgebiete angehören. In der vielfach cytogen umgewandelten Scheide fand ich sie, wie auch Schw.-Seidel, W. Müller und Fenenko angeben, nur in geringer Menge, in den Hyperplasien dagegen sehr reichlich.

Die Art und Weise, wie die Gefässe sich zu den Malp. Körperchen verhalten, ist im Wesentlichen stets dieselbe, im Detail aber sehr variabel. Eine Vorstellung hiervon möge das Folgende geben:

1) Die Arterien entwickeln sich aus einem, selten mehreren Zweigchen, welche von der in der Lymphscheide verlaufenden Hauptarterie (Fig. IV, a) abgehen.

2) Das Zweigchen, welches das Körperchen versorgt, verhält sich verschieden: es tritt entweder in dasselbe hinein und zerfällt hier in Aeste, welche sich in seltenen Fällen (Fig. I, A) vollständig in ein Capillarnetz auflösen, in der Regel aber (Fig. I, D und C) nur zum Theil dieses thun, zum Theil unaufgelöst aus dem Körperchen wieder heraustreten; oder es spaltet sich in Aeste, welche das Körperchen umfassen, in dasselbe Zweige zur Bildung des Capillarnetzes senden und dann noch nicht ganz aufgelöst weiter gehen (Fig. I B); oder aber es tritt seitlich zum Körperchen, um

---

1) Virch. Arch. Bd. XX, S. 424.
2) Ibidem Bd. XXI, S. 577.
3) » » XXIII, S. 539.
4) » » XXIV, S. 545.
5) Würzburger med. Zeitschrift. Bd. VIII, 1860, S. 225.
6) l. c. p. 71.
7) l. c. p. 52.
8) Zeitschr. für rationelle Med. Bd. VIII, 1860, S. 210.
9) Virch. Arch. Bd. XX, S. 203.
10) Ibidem Bd. XX, S. 329.

dieses von einer Seite zu speisen (Fig. I E); oder das Verhältniss in complicirter, wie z. B. Fig. I C zu sehen ist: Hier geht von der Hauptarterie, welche sich auf dem Querschnitte (a) repräsentirt, ein Ast seitlich zum Körperchen, um dieses zum Theil von der Seite durch kleine alsbald in Capillaren zerfallende Aestchen zu speisen, zum Theil durch einen grösseren Ast, welcher die Hauptquelle des Netzes abgiebt und als dennoch stark gebliebene Arterie in Windungen wieder austritt.

3) Die Malp. Körperchen haben ein regelmässiges Capillarnetz und sind sehr gefässreich.

4) Ist das Malp. Körperchen durch Follikelbildung entstanden, so befinden sich in der Peripherie des Follikels kleine Arterienzweige, die entweder vor dem Eintritt der Arterie in den Follikel von dieser oder (in der Regel) von Zweigen, die durch den Follikel hindurch getreten sind, entspringen und theils in Capillaren zerfallen, theils sich im Milzparenchym verlieren (Fig. I D, f und C, f). Bei F (Fig. I) hat die Injectionsmasse diese peripherischen Arterien allein gefüllt. (Einen ähnlichen Ursprung, wie letztere, haben auch die arteriellen Gefässe, welche in der einfach cytogen umgewandelten Scheide angetroffen werden.)

5) Alle arteriellen Gefässe treten aus den Malp. Körperchen heraus und münden ausserhalb derselben in die Anfänge der Venen ein.

Die Anfänge der Venen bilden um die Malp. Körperchen dichte Kränze (auf Abschnitten so wahrnehmbar, wie Fig. III und IV zeigen). Gewöhnlich findet man nun an Präparaten venöser Injection, wie es die genannten Abbildungen demonstriren, besonders deutlich, wenn die Abschnitte mit Carmin gefärbt sind, dass sich zwischen einem rnnden mittleren Körper, der sich intensiver roth gefärbt hat, und dem Venenkranze eine blasser gefärbte Zone, dem Aussehen nach ähnlich dem Umhüllungsraum einer Alveole in den Lymphdrüsen befindet. Auf der Abbildung Fig. III, links, sieht man zwei Malp. Körperchen gemeinsam von einem Venengeflechte eingeschlossen, indem sich die hellere Zone zwischen den Follikeln, in welchen die Zellenmenge grösser ist, befindet und beide mit einander verbindet. Der Schnitt hat die Lymphscheide in der Längsrichtung, excentrisch von der fehlenden Arterie getroffen. — Die hier in Rede stehenden Verhältnisse sind zuerst von Billroth[1])

1) Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XI, S. 335.

wahrgenommen und von Schw.-Seidel[1]) dahin erklärt worden dass die Umhüllungsschicht »der Arterienscheide, in der sich der Follikel entwickelt hat, angehört«. Ich füge hinzu, dass diese venenfreie Zone es ist, in welcher sich die in der Peripherie eines Follikels verzweigenden Arterien befinden. Eine ähnliche venenfreie Zone sieht man aber auch bei solchen Malp. Körperchen, die nicht durch Follikelbildung entstanden sind (rechts in Fig. III). Die Zone ist in diesem Falle schmäler und zeigt den Ort an, wo die arteriellen Gefässe nach ihrem Austritte aus den Körperchen und vor dem Eintritte in die Venenanfänge verlaufen; hier findet auch der Uebergang des Lymphscheidengewebes in das Milzparenchym statt.

Von der Anwesenheit der kleinen Arterien in der Umgebung der Follikel überzeugt man sich durch arterielle Injection mehr, als es gewünscht wird, obwohl erst Basler[2]) auf sie besonders aufmerksam gemacht hat. Er nennt alle Arterien, so lange sie sich im Malp. Körperchen befinden, »intracorpusculäre«, diejenigen »Arterienverzweigungen der Pulpa, die auf der Oberfläche des Malp. Körp. sich ausbreiten«, »extracorpusculäre«, — Bezeichnungen, welche ihrer Kürze und Verständlichkeit halber wohl brauchbar, jedoch aus dem Umstande nicht ganz strict anzuwenden sind, weil beiderlei Arterien in vielfacher Verbindung mit einander stehen. Basler giebt vermuthungsweise die Anwesenheit solcher Anastomosen an; ich habe mich von denselben überzeugen können (Fig. I C, f) und stimme auch zum Theil über den Ursprung der extracorpusculären Arterien mit Basler überein, finde aber, dass dieselben nur zum kleinen Theil aus dem Stämmchen vor dem Eintritt in den Follikel, zum grössten Theil dagegen von Zweigen, welche schon durch dasselbe hindurch getreten sind, abgehen (Fig. I F). Nach Basler gab Fenenko[3]) an, dass die extracorpusculären Arterien »hauptsächlich aus den grossen Arterien der Pulpa« (worunter er meint: nicht aus Stämmchen, welche in den Follikel eintreten oder denselben durchbohrt haben) entspringen. — Es würde hier zu viel Raum einnehmen, wollte ich ausführlicher auf diesen Irrthum eingehen; es sei daher nur erwähnt, dass man von demselben befreit wird, wenn man Präparate studirt, wo (wie Fig. I

1) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 461.
2) l. c. p. 228.
3) l. c. p. 33.

D und F) das Verhältniss zwischen injicirten Arterien und Extravasaten sich umgekehrt, wie bei Fenenko, gestaltet. Bei Fenenko waren in der Umgebung des Malp. Körp. »zum grössten Theil Extravasate, zwischen denen man hie und da kleine Gefässe erkennen kann«.

Die Erscheinung, dass die Malp. Körp. bei der arteriellen Injection oft mangelhaft oder wohl auch gar nicht gefüllt werden, während die Gefässe in der Umgebung am reichlichsten injicirt werden, bildet ein sehr wichtiges Moment bei der Beurtheilung der Gefässverhältnisse. Sie lässt sich leicht auf folgende Weise erklären. Die starke Anhäufung der lymphoiden Zellen in den Malp. Körp., insbesondere den Follikeln, verhindert das Eindringen der Masse in die Capillaren, deren Wände zusammengefallen und zusammengedrückt sind; in der Peripherie der Malp. Körp. ist das Gewebe weniger dicht; nachdem nun die Injectionsmasse in dem Stämmchen einer kleinen Arterie bis zu den Körperchen gedrungen ist, fliesst sie einerseits in die Seitenzweige ab, andererseits wird sie durch die sich in den Körperchen nicht auflösenden Zweige hindurch getrieben und das Innere des Körperchens kann leer bleiben, während die Injectionsmasse in den extracorpusculären Arterien angesammelt erscheint; injicirt man weiter, so erhält man häufig nur Extravasate. Von solchen Präparaten, wie bei F (Fig. I) dargestellt, bis zu jenen herab, wo statt jeglicher injicirten Gefässe ein Klumpen Injectionsmasse gesehen wird, und hinauf bis zu solchen, wie bei A, sieht man alle möglichen Uebergänge. Es hängt dieses nicht allein von äusseren Umständen ab, sondern auch von dem zeitweiligen inneren Zustande des Organs.

Wende ich mich nun mit Berücksichtigung des Gesagten zur Literatur, so stimme ich mit den früheren Forschern darin überein, dass das Arterienstämmchen eines Malp. Körperchens unmittelbar aus jener Arterie, in deren Scheide das Körperchen sich entwickelt hat, entspringt. Die Angabe W. Müller's[1]), dass auch »kleine Aestchen anliegender Pulpaarterien« in das Körperchen eintreten, möchte ich darauf zurückführen, dass dieser Forscher isolirte Zweige von extracorpusculären Arterien, welche mit den intracorpusculären capilläre Anastomosen eingehen, für »eintretende Pulpaarterien« gehalten hat, während doch die extracorpusculären

1) l. c. p. 71.

Arterien aus denselben Stämmen kommen, aus welchen die übrigen Arterien des Follikels entspringen. Dagegen ist es aber nicht richtig, wenn Schw. Seidel[1]) behauptet, dass die Angabeu, wonach ein kleines arterielles Stämmchen auf dem Malp. Bläschen in eine grössere Anzahl Capillaren zerfallen soll, auf einem Irrthum beruhen, da sich solches an zahlreichen misslungenen Injectionspräparaten zeigen lässt (Fig. I F). Allerdings wäre es ein grosser Irrthum, wenn man glauben würde, dass dieses die einzigen Arterien der Malp. Körp. seien und die Anwesenheit von inneren Gefässverzweigungen abstreiten wollte; und man könnte aus schon erwähnten Gründen durch arterielle Injectionen nur zu leicht zu einer solchen Täuschung gelangen. — Betreffend die Verästelung im Innern des Malp. Körperchens, so wird eine baumförmige Verzweigung oder ein plötzliches Zerfallen in Capillaren angegeben. Letzteres ist jedenfalls seltener, ersterem stimme ich bei, nur müssen noch die oben angegebenen Variationen berücksichtigt werden. — Der Widerspruch in den Angaben von Billroth[2]) und Fenenko[3]), nach welchen das Capillarnetz ein »unregelmässiges« sein soll, und von Schw.-Seidel[4]) und mir, nach welchen es ein regelmässiges ist, erklärt sich aus dem oben Gesagten. Die Abbildung von Billroth zeigt, dass das Capillarnetz nur theilweise injicirt ist, indem überall im Malp. Körp. die Fortsetzungen der Gefässe fehlen und diese scheinbar im Innern enden. — Den Angaben von Schw.-Seidel und Stieda, dass das Capillarnetz ein grossmaschiges ist, stimme ich bei, indem die Haargefässe feiner sind, als z. B. in der Leber, die Maschen dagegen weiter. Die Arkaden in der Peripherie der Follikel sind Anastomosen zwischen benachbarten Capillaren; sie fallen um so weniger auf, je vollständiger das Netz injicirt ist. Das von W. Müller[5]) abgebildete Präparat, halte ich für unvollständig injicirt. Sowohl durch eine grössere Anzahl von Injectionen, als auch bei der amyloiden Deg. (Sagomilz) überzeugt man sich, dass ein ausgebildetes Malp. Körperchen sehr gefässreich ist.

Den Bau der arteriellen Capillaren betreffend, so besitzen dieselben entweder eine homogene doppelt contourirte Membran mit

1) Virch. Arch. Bd. XXIII. S. 567.

2) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. XI, S. 327.

3) l. c. p. 52.

4) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 472.

5) l. c. Tafel IV, Fig. 22.

inliegenden elliptischen Kernen, welche bald reichlicher, bald in geringerer Menge vorhanden und ohne weitere Behandlung auf feinen Schnitten deutlich sichtbar sind, oder die Wandung ist fein granulirt und die Kerne sind mehr rundlich. Der Durchmesser der Capillaren beträgt im Mittel 0,005 Mm., in den Extremen 0,003 und 0,009.

Die Angaben über das Vorhandensein einer Centralvene in den Malp. Körperchen sind jetzt allseitig als irrthümlich erkannt worden.

Was die letzten Enden der sich in den Parenchymsträngen verästelnden Arterien anbetrifft, so wurde schon der pinselförmige Zerfall der kleinen Parenchymarterien in kleinere Aeste erwähnt, sowie auch der Umstand, dass viele Arterienzweiglein der Malp. Körp. unaufgelöst aus denselben heraustreten. Die Capillaren des Parenchyms, welche sich aus allen diesen Arterien entwickeln, haben denselben Durchmesser und Bau, wie die der Malp. Körp., unterscheiden sich aber von letzteren durch ihren isolirten, langgestreckten Verlauf, indem sie keine Capillarnetze bilden, eine Thatsache, welche auch von Billroth[1]), Schw.-Seidel[2]), W. Müller[3]) und Fenenko[4]) erkannt worden ist.

An einigen (nicht an allen) dieser langgestreckten Capillaren findet man bei gewissen Thieren wieder eigenthümliche Bildungen, welche das Gefässrohr in Gestalt einer elliptischen, spindel- oder birnförmigen Hülse umgeben. Fig. II zeigt bei A eine solche Hülse auf dem Querschnitte, bei B, wo 2 Hülsen verschmolzen sind, auf dem Längsschnitte; da sie aus einem feinen Netzwerke bestehen, welches dichter, als das der Umgebung und gewöhnlich reichlich mit lymphoiden Elementen infiltrirt ist, so heben sie sich an Präparaten, welche in Chromsäure oder dem Kalisalze derselben gehärtet worden sind, durch ihre gelbere Farbe, nach der Carminfärbung durch die röthere Farbe von der Umgebung deutlich ab. Das injicirte Capillarrohr (b) erscheint in ihnen gewöhnlich in mehrere Zweige getheilt, welche aus der Hülse wieder austreten. Der Breitendurchmesser beträgt bei Hunden und Katzen im Mittel

---

1) Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. XI, S. 328.
2) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 473.
3) l. c. p. 78.
4) l. c. p. 32.

0,05 Mm., die Länge 0,15. Bei C sieht man ein gepinseltes Präparat.

Billroth[1]) hat diese Körperchen zuerst gesehen; nachher wurden sie von Schw.-Seidel[2]) ausführlicher beschrieben; letzterer gab ihnen den Namen Capillarhülsen, weil die Gefässe in ihnen Capillaren sind. Weitere Untersuchungen wurden von W. Müller[3]) und Fenenko[4]) angestellt. — Nach meinen Untersuchungen ist eine Membran, welche Billroth und Schw.-Seidel angeben, bei den Hülsen nicht vorhanden, indem die Abgrenzung von der Umgebung nur durch Verdichtung der Netzfasern, welche continuirlich in das Parenchym übergehen, entsteht. Schw.-Seidel gegenüber muss ich auch anführen, dass der Innenraum der Hülse in keiner Communication mit dem Lumen der Capillaren steht, indem ich die feinkörnige Injectionsmasse in der Regel scharfbegrenzt (wie auf Fig. II B), also nur in den Gefässbahnen angetroffen habe. Der Austritt der Masse in die Hülse ist deshalb auf Diffusion des Leimes zu beziehen. Endlich wäre zu erwähnen, dass man sehr häufig eine oder zwei der Peripherie der Hülse dicht anliegende, capilläre Venen (Fig. II c) antrifft, in welche ein Theil der Capillaren wahrscheinlich gleich nach dem Austritt aus der Hülse einmündet, während ein anderer Theil im Milzparenchym weiter fortläuft.

Die Capillarhülsen wurden bis jetzt bei den Säugern nur beim Schweine, dem Hunde, der Katze und dem Igel gesehen; unvollkommen entwickelt findet man diese Gebilde unter anderen auch bei der menschlichen Milz; in weiter Ausdehnung fand sie W. Müller bei Fröschen, Reptilien und Vögeln. Ueber ihre Bedeutung sind bereits sehr verschiedene Vermuthungen ausgesprochen. Ich stimme Fenenko bei, — welcher dieselben deshalb, weil sie aus denselben Elementen bestehen, wie die übrige Lymphscheide, und diese bis zu ihnen verfolgt werden kann, für verwandt mit der Arterienscheide hält, — und betrachte sie als locale Auftreibungen des Scheidengewebes der Arterien, welches, wie erwähnt, als dünne Hülle alle letzten arteriellen Enden des Milzparenchyms einschliesst.

---

1) Müller's Arch. 1857, S. 95.

2) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 464.

3) l. c. pp. 41, 76 und 110.

4) l. c. p. 34.

Bei dieser Auffassung erscheint es auch weniger räthselhaft, dass man sie nur bei gewissen Thieren gefunden hat, wo sie demnach nur als excessive Entwickelung des in allen Milzen Vorhandenen nichts wesentlich von dem Bau des Organes bei anderen Thieren Abweichendes darstellen. Als kleine Malp. Körp. will ich die Capillarhülsen aber, wie die übrigen Beobachter, ebenfalls nicht auffassen, da sie sich durch den Ort ihres Vorkommens und durch die Eigenthümlichkeiten ihres Baues von jenen unterscheiden.

Zum Milzparenchym und den Anfängen der Venen übergehend, schildere ich zuerst ein Präparat. Hat man eine Kaninchenmilz von der Vene aus mit der blauen Beale'schen Injectionsmasse injicirt, so sieht man auf einem Schnitte der gehärteten Milz, bei 90facher Vergrösserung wie in Fig. III, dass der ganze Raum zwischen den Balken, den Gefässstämmen und der Lymphscheide von einer grosser Anzahl mit blauer Masse gefüllter, vielfach anastomosirender, auf Längs- und Querschnitten wahrnehmbarer Canäle (c) eingenommen wird, zwischen denen sich strangförmige Gewebspartien (e) befinden. Erstere sind die Anfänge der Venen, welche Billroth[1]) zuerst prägnant darstellt und als »capilläre Venen«, »cavernöse Milzvenen« bezeichnet hat. Die Gewebsstränge wurden ebenfalls von Billroth zuerst genauer beschrieben und von ihm anfangs als »intervasculäres Gewebe«, später als »Milzgewebe« bezeichnet. — Dass ein solches Canalsystem und solche Gewebsstränge vorhanden sind, wurde von Frey[2]), Beer[3]), Schw.-Seidel[4]), Basler[5]), Fenenko[6]) und Kölliker[7]) bestätigt. Aus den Arbeiten von J. Müller[8]) und Hlasek[9]) geht hervor, dass auch die Forscher schon vor Billroth dieselben Verhältnisse gesehen haben, obwohl sie dieselben an ungehärteten, durch Zerzupfen und Quetschen angefertigten Präparaten nur unvollkommen erkennen konnten. Dagegen ist es in neuester Zeit W. Müller nicht gelungen, die

1) Virch. Arch. Bd. XX, S. 412 und Bd. XXIII, S. 458.
2) Canstatt's Jahresb. 1861. Bd. I, S. 94.
3) Deutsche Klinik 1861, S. 887.
4) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 475.
5) l. c. p. 220.
6) l. c. p. 21.
7) Handbuch der Gewebelehre 1867, S. 458.
8) Müller's Arch. 1834, S. 89.
9) l. c. p. 14 et 46.

anastomosirenden Venen darzustellen; er leugnet[1]) die Anwesenheit derselben; und andererseits stellt er auch »das Vorhandensein intervasculärer Gewebsstränge in der Milz im Sinne Billroths und der Neueren in Abrede«. Nach seiner Ansicht ist in der Milz der Säugethiere zwischen den Arterien und Venen ein Netz kleiner eckiger Hohlräume eingeschaltet, in welchen »das Blut in wandungslosen Bahnen zwischen den Elementen der Pulpa sich bewegt«. Der Irrthum, in welchem W. Müller sich befindet, ist durch Leiminjectionen bedingt. — Den Zusammenhang der Arterien und Venen werde ich weiter unten erörtern; hier ist nur Folgendes anzugeben: Ueberall, wo sich auf mikroskopischen Schnitten, ähnlich jenen Figg. III und IV dargestellten, die feinkörnige Injectionsmasse in Gestalt zusammenhängender dicker Stränge darbietet, sieht man, wenn dieselbe durch Zusatz von verdünntem Kali caust. entfärbt und aufgelöst wird, dass die Masse innerhalb jetzt deutlich hervortretender zelliger Wandungen enthalten war. Nimmt man feine Abschnitte von einer Milz, deren Parenchym stark amyloid entartet ist, und behandelt dieselben mit Jod und Schwefelsäure, so sieht man die mit Blutkörperchen angefüllten capillären Venen als gelbe vielfach anastomosirende Canäle zwischen den blauen entarteten, also vorhandenen Gewebssträngen deutlicher hervortreten, als bei dem schönsten Injectionspräparate.

Die capillären Venen[2]) besitzen beim erwachsenen Menschen im Mittel einen Durchmesser von 0,035 Mm., wie auch Schw.-Seidel angiebt; die Schwankungen liegen zwischen 0,01 und 0,07. Bei Hunden, Katzen und Kaninchen ist der Durchmesser etwas geringer, im Mittel 0,03. Die Angaben Billroth's[3]), dass derselbe beim erwachsenen Menschen 0,09—0,1 Mm. beträgt, beruht auf einem Versehen oder Druckfehler, denn den Durchmesser der kleinen Venenstämmchen (welche weiter als die in sie einmündenden capillären Venen sind, wie Billroth es auch abgezeichnet hat) bestimmt derselbe Autor auf 0,06 Mm. — Die Wand der capillären Venen wird nur von einer einfachen Schicht eigenthümlicher, der Länge

1) l. c. S. 99 und 104.

2) Ich stimme Kölliker (Handbuch der Gewebelehre 1867, S. 459) bei, dass die Bezeichnung »Venen der cavernösen Sinus oder Milzkanäle« (Beer) »weniger zweckmässig« ist, als jene, indem sie auf gröbere Verhältnisse hindeutet, als wirklich vorhanden sind.

3) Virch. Arch. Bd. XX, S. 413.

nach angeordneter Spindelzellen gebildet, welche man aus der menschlichen Milz Fig. V, C, d isolirt dargestellt sieht. Der feingranulirte spindelförmige, mit einem oder zwei Kernen versehene Körper derselben sendet von jedem der beiden Enden einen fadenförmigen Fortsatz aus, weshalb die ganze Zelle eine Länge von circa 0,03 Mm. bekommt; der rundliche oder elliptische Kern, welcher 2—4 oder mehr Kernkörperchen enthält, besitzt einen Durchmesser von 0,003—0,007 Mm., während die durchschnittliche Breite des Zellenkörpers nur circa 0,003 Mm. ist; dieser erscheint daher mehr oder weniger durch den Kern seitlich ausgebaucht. So findet man die Zellen bei Untersuchung der frischen Milz.

Betrachten wir einen feinen, sehr wenig gepinselten Abschnitt der in verdünnter Chromsäure gehärteten Milz (Fig. V, A), so sehen wir, dass das Netz des Parenchyms (a) in der nächsten Nähe der zelligen Wand der capillären Venen (b) zusammengedrängt wird und ein dichtes Maschenwerk bildet. — Nach Billroth[1]) sind die capillären Venen »oft«, nach Frey[2]) »stets« »durch quere, kreisförmige, äusserst zarte Fasern begrenzt, welche ziemlich regelmässig, etwa in der Distanz von 0,01 Mm. aus einander liegen«. Nach Fenenko[3]) besitzen die capillären Venen »eine structurlose Membran, an deren Innenseite man zuweilen die Kerne der Epitelien sehen kann«.

Die kreisförmigen durch Queranastomosen verbundenen Fasern, welche man an einer Stelle auf der Abbildung Fig. V, A sieht, finde ich keinenfalls als eine constante Anordnung. Zum Studium dieser Verhältnisse müssen die die Venenwand bildenden Spindelzellen entfernt werden, was durch Auspinseln des Schnittes geschieht; man könnte nun denken, dass hierbei die zarten Verhältnisse zerstört werden; doch haften die Spindelzellen bei gesunden menschlichen Milzen (dieselben werden ja immer mehr oder weniger macerirt erhalten), welche in schwachen Härtungsmedien zubereitet worden sind, nur sehr lose zusammen und werden, wenn ein feiner Abschnitt in viel Wasser gebracht wird, zum grössten Theil ohne Anwendung des Pinsels von ihrem Sitze entfernt; man kann sich dann an vielen Präparaten überzeugen, dass die Canäle nach Entfernung

1) Virch. Arch. Bd. XX, S. 414.
2) Canstatt's Jahresb. 1861, Bd. I, S. 93.
3) l. c. p. 21.

der zelligen Wand in der Regel nur von einem unregelmässigen Maschenwerke begrenzt werden, wie es auch Schw.-Seidel[1]) und Kölliker[2]) angeben. — Zum Studium der zelligen Wand, welche aus gesunden menschlichen Milzen nur selten als continuirliche Membran, wie bei c (C, Fig. V), erscheint, untersucht man am besten die im chronischen Stauungszustande befindliche menschliche Milz. Die Lumina der hier oft bis zur Berührung aneinander gerückten capillären Venen (b, Fig. V, B) erscheinen auf Längs- und Querschnitten von dicht nebeneinander sitzenden Kernen ausgekleidet; es sind dieses die in das Lumen vorragenden ausgebauchten Körper der Spindelzellen, welche zu einer continuirlichen Haut verbunden sind. Bei Thieren, deren Milzen frisch gehärtet werden, hängen die Spindelzellen der capillären Venen immer fest zusammen, und oft erscheint es in der That, als besitzen diese eine structurlose Membran (Fig. VI); an einigen Stellen haben die Zellen nur eine geringe Breite und erscheinen dann als dieser Membran angehörige Kerne, während ein Körper einer daneben befindlichen Zelle stärker in das Lumen des Gefässes vorspringt und als anliegende Epithelialzelle gedeutet werden könnte, namentlich wenn irgend eine abgerissene Faser des umgebenden Netzwerkes einen von der »structurlosen Membran« abgehobenen Zellenfortsatz vortäuscht. Ich vermuthete anfangs ebenfalls die Anwesenheit einer structurlosen Membran, konnte aber nie eine Abgrenzung dieser von den spindelförmigen Zellen sehen; mit Arg. nitr. behandelte Präparate wollten kein positives Resultat geben; dagegen konnte durch Kali caust. ein Theil der der Länge nach übereinandergeschobenen fadenförmigen Fortsätze, welche vorher den Eindruck einer continuirlichen Membran machten, deutlich von einander getrennt werden, während die Fortsätze anderer Zellen inniger mit einander verbunden waren, indem sie sich nicht isolirten. Neben der von diesen Zellen gebildeten Wand ist aber keine zweite vorhanden. Es muss jedoch bei Beurtheilung der Fenenko'schen Abbildungen noch ein Moment berücksichtigt werden. Der zelligen Wand dichtanliegend haben wir namentlich bei Hunden und Katzen, wo die kleinen Trabekel reichlich vorhanden sind, nicht selten einen sehr feinen, rinenförmigen oder auch geschlossenen Balkencanal, welcher eine grössere oder

---

1) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 475.

2) Handbuch der Gewebelehre 1867, S. 459.

kleinere Partie des Gefässlumens umgiebt. Dieser Balkencanal hängt aber mit anderen Trabekeln zusammen und, wenn die capilläre Vene im günstigen Falle der Länge nach über eine grössere Strecke verfolgt werden kann, so sieht man, dass derselbe nur einem Theile der zelligen Wand, die später wieder allein zurückbleibt, eine Stütze gewährt. So kann es denn scheinen, dass zuweilen, »obwohl lange noch sehr undeutlich, eine Faserung an der äusseren Seite der structurlosen Hülle wahrgenommen wird«. Ich fasse die Sache so auf: 1) Die capillären Venen besitzen eine eigene Wand, welche nur von den oben beschriebenen Zellen gebildet wird; 2) diese eigenthümlichen Zellen (Milzzellen) sind durch eine Kittsubstanz (Intercellularsubstanz) zu einer continuirlichen Haut, die ausserhalb durch das verdichtete Netz des Milzgewebes gestützt wird, zusammengehalten. — Dass es schwer gelingt, die Zellenwände der capillären Venen in continuirlichen Membranen zu isoliren, meint Schw.-Seidel[1], hänge davon ab, »weil einerseits das Fasersystem hinderlich ist und andererseits die Spindelzellen sicht leicht von einander lösen«. Es kommt hier aber noch der Umstand in Betracht, dass die Zellen zum Theil mit den Netzfasern des Milzparenchyms verbunden sind. Beer[2]) giebt einen solchen Zusammenhang an und ich habe denselben bei Hunden, Katzen und Pferden ebenfalls gesehen.

In Bezug auf die Verschiedenheiten, welche die Venenanfänge bei verschiedenen Thieren zeigen, unterscheide ich mit Billroth[3]) bei Säugethieren zwei Typen im Baue der Milz. Zu dem einen Typus gehören die Milz des Hundes, der Katze, des Kaninchens und des Menschen. Hier findet man die vielfach mit einander anastomosirenden capillären Venen; dieselben senken sich plötzlich in grösserer Anzahl in kleine Venenstämmchen (Fig. IV, d), welche in einer gewissen Ausdehnung ein gleiches Kaliber behalten, ein. Zu dem zweiten Typus zählt Billroth die Schweins-, Schafs- und Ochsenmilz; von den von mir untersuchten Milzen muss die Pferdemilz hierher gezählt werden. Die Venen beginnen hier mit trichterförmig zugespitzten Enden, anastomosiren weiterhin nur verhältnissmässig selten mit einander (beim Pferde sind jedoch nicht schwer

1) Virch. Arch., Bd. XXVII, S. 477.

2) Deutsche Klinik, 1861, S. 287.

3) Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XI, S. 330.

Anastomosen zu finden) und senken sich isolirt in stärkere Gefässe, die sich ebenfalls konusartig erweitern. Letzterer Typus unterscheidet sich auch durch eine reichlichere Entwickelung des Milzgewebes von ersterem, bei dem die Parenchymstränge zwischen dem plexusartigen Convolut der capillaren Venen weniger Platz finden.

Das Parenchym besteht aus einem netzartigen Fasergerüste, dessen Maschenräume ausfüllenden lymphoiden Zellen und einer feingranulirten Zwischensubstanz; in ihnen verlaufen die schon besprochenen arteriellen Gefässe. Der Breitendurchmesser der Parenchymstränge stimmt im Allgemeinen mit dem der capillären Venen überein und ist ähnlichen Schwankungen unterworfen, wie dieser (Vergl. A und B, Fig. V). Alle Parenchymtheile der Milz bilden ein unter sich zusammenhängendes Ganzes; das Fasernetz derselben geht unmittelbar in jenes der Lymphscheide über. Schw.-Seidel deutet beide Gewebe als zusammengehörig. Diese Auffassung steht nicht isolirt da. Billroth[1]) dagegen hält sie für »unzweckmässig«, indem das Milzgewebe »von den bekannten Formen des Bindegewebes chemisch und morphologisch verschieden« sei. Nach Frey[2]) zeigt das Milzgewebe »ein weit feineres und engmaschigeres, sowie beträchtlich schwieriger zu isolirendes Netzgerüste«, als die Lymphscheide. Dieses ist der einzige Unterschied, welchen auch ich bei Betrachtung und Prüfung beider Gewebe im normalen Zustande erkennen kann. Das pathologisch veränderte Organ erhebt es weiterhin über allen Zweifel, dass Lymphscheide und Milzparenchym zwei verschiedene Gewebe sind, indem beide für sich allein in dem einen und anderen Falle der Erkrankung (Sagomilz und sog. diffuse Entartung) in verschiedener ihnen eigenthümlicher Weise der amyloiden Degeneration anheimfallen.

Was die einzelnen Theile des Milzparenchyms anlangt, so lassen die lymphoiden Zellen in morphologischer Beziehung keinen Unterschied von den analogen Zellen der Lymphscheide erkennen. Sogenannte Körnchenzellen und Pigmentzellen bilden einen untergeordneten Bestandtheilen; dass letztere normaliter nur in geringer Menge vorkommen, wird auch von W. Müller[3]) angegeben.

---

1) Virch. Arch., Bd. XXIII, S. 459.

2) Das Mikroskop 1868, S. 252.

3) l. c. p. 81.

Pinselt man die lymphoiden Zellen aus einem feinen Schnitte des zweckmässig erhärteten Präparates sorgfältig aus, so sieht man das zwischen den capillären Venen befindliche intervasculäre Netz (Fig. V, A, a). Es stellt ein aus feinen Fasern gebildetes engmaschiges Netzwerk dar, in dessen Knotenpunkten man bei jungen Thieren in reichlicher Anzahl kleine kugelige oder elliptische Kerne zu Gesichte bekommt; bei älteren Thieren sind dieselben nur spärlich vorhanden. Es handelt sich hier also um ein Netzwerk anastomosirender Zellen, dessen Fortsätze sich vielfach verästeln und durch Verbindung mit einander kernlose Knotenpunkte bilden. Die Fasern des Netzes stehen einerseits mit denen der Lymphscheide, andererseits mit den Fasern der Balken und Kapsel in continuirlichem Zusammenhange.

Neben den glänzenden, scharf begrenzten Fäden dieses Netzes sieht man an gehärteten Präparaten noch ein zweites aus feingranulirten, an den Rändern gezackten und stellenweise verbreiterten Fäden bestehend. Dieses ist die Zwischensubstanz der lymphoiden Zellen, welche sich an Präparaten gehärteter Milzen in Gestalt eines solchen Netzes repräsentirt, deutlich aber von dem intervasculären Netze unterschieden werden kann. Untersucht man die frische Milz in destillirtem Wasser oder in wässeriger Jodlösung, so erscheint die Zwischensubstanz sehr feinkörnig, zähflüssig; auf Essigsäurezusatz wird sie stark granulirt, die Körnchen lösen sich aber nach längerer Einwirkung, namentlich stärkerer Essigsäure, zum Theil wieder auf; diese Resistenz gegen Essigsäure zeigt schon, dass es sich hier nicht um einen Fibrinniederschlag handelt, da »der feuchte geronnene Faserstoff sich in Essigsäure leichter auflöst, als alle andere Albuminate« (Gorup-Besanez[1])). Bei der amyloiden Degeneration erweist sich die fragliche Substanz denn auch wirklich als ein Bestandtheil des Milzparenchyms. Sie setzt sich continuirlich in das Gewebe der Lymphscheide fort.

Billroth[2]) hat das intervasculäre Netz entdeckt und zuerst beschrieben. Später wurde das Vorhandensein des Netzes von Schweigger-Seidel[3]), Key[4]), Basler[5]), Fenenko[6]) und

1) Organische Chemie. 1864, S. 761.
2) Müller's Arch. 1857, S. 88.
3) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 479.
4) l. c. p. 575.
5) l. c. p. 220.
6) l. c. p. 23.

Kölliker[1]) bestätigt und dasselbe als ein Fasersystem bindegewebiger Natur mit Kernen in den Knotenpunkten aufgefasst. Aus mündlichen Mittheilungen weiss ich auch, dass Hr. Prof. Stieda, welcher dieses Netz früher leugnen zu müssen glaubte, dessen Existenz jetzt ebenfalls anerkennt. Dagegen betrachtet in neuester Zeit W. Müller[2]), wenn ich denselben richtig verstehe, das Netzwerk als ein wesentlich durch die Härtung aus einer weichen Interzellularsubstanz entstehendes Product. Dass das Netz beim frischen Präparate weicher ist, als beim gehärteten, dagegen habe ich nichts einzuwenden. Ich habe es aber in derselben Form, wie nach der Erhärtung, oft auch an frischen Präparaten gesehen, die in wässeriger Jodlösung oder in destillirtem Wasser untersucht wurden; die Fasern quollen nach längerer Einwirkung von Essigsäure auf, wurden blass bis zur Unsichtbarkeit und traten nach Ersetzung der Essigsäure durch Wasser wieder hervor. Es muss hier noch besonders darauf aufmerksam gemacht werden, dass es nothwendig ist, eine scharfe Unterscheidung zwischen dem bindegewebigen Gerüste des Milzparenchyms und der feinkörnigen Zwischensubstanz dieses Gewebes zu machen, was von W. Müller unterlassen worden ist.

Zusammenhang der Arterien und Venen. Wie mannigfach dieser Gegenstand und mit ihm der Bau der Milz überhaupt selbst in jüngster Zeit aufgefasst worden ist, lehrt ein Einblick in die Arbeiten von Führer[3]), Grohe[4]), Billroth, Key, Stieda und W. Müller. Der Raum gestattet es mir nicht, die interessanten Angaben von Führer und Grohe auch nur in Kürze hier zu reproduciren und will ich hiermit nur auf dieselben hingedeutet haben. Sie besitzen jetzt, ebenso wie die Ansichten von Key und Stieda, nur historisches Interesse. Dass nach W. Müller wandungslose Blutbahnen zwischen zu- und abführenden Gefässen eingeschaltet sind, wurde schon erwähnt. Er wurde durch die verführerischen Leimnetze getäuscht. Eine Kritik seiner Angaben kann ich hier vollkommen übergehen. Es ist nur zu erwähnen, dass man Schritt für Schritt die amyloide Umwandlung des Milzparenchyms verfolgen kann, ohne die von W. Müller angegebenen intermediären

---

1) l. c. S. 452.

2) l. c. p. 20, 40 und 106.

3) Archiv für physiol. Heilkunde. 1854, XIII. Jahrgang, S. 149.

4) Virch. Arch. Bd. XX, S. 327.

Blutbahnen in irgend einem Stadium der Degeneration zu Gesichte zu bekommen; stets sieht man zwischen Blutbahnen und Gewebe dieselben Verhältnisse, wie sie auch bei der normalen Milz dargestellt werden können. In Bezug auf das Verhalten der intermediären Blutbahn in der Milz stelle ich deshalb folgenden Satz auf, den, wie ich überzeugt bin, ein Jeder gerechtfertigt finden wird, der meine Angaben über die amyloide Degeneration mit Jod und Schwefelsäure in der Hand (unbedingt nothwendige Reagentien) auf erforderliche Weise prüfen wird: Durch die Existenz der sog. diffusen amyloiden Entartung der Milz wird die Ansicht, dass das Blut frei durch das Parenchym der Milz hindurchtrete, auf immer widerlegt. Es kann also betreffend den Zusammenhang der Arterien und Venen eine Ansicht, dass die Gefässwand zwischen beiden Blutbahnen eine Unterbrechung in ihrer Continuität besitze, nicht mehr bestehen.

Was nun jene Forscher anlangt, welche einen unmittelbaren Uebergang der arteriellen Capillaren von 0,005 Mm. mittlerer Breite in die beträchtlich breiteren Venenanhänge annehmen, so that Billroth, dessen Angaben ich weiter unten im Wesentlichen bestätigen werde, 1861[1]) den Ausspruch: »Die Capillaren der Milz münden direct in die feinen Anfänge der Venen; dies ist die einzige Art des Ueberganges; es gelingt an einigen Milzen leicht, die Venen von den Arterien aus zu füllen; selten dringt bei einer Veneninjection die Masse in einzelne Arterienstämmchen«.

Nach Billroth ist Schweigger-Seidel[2]) »zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Arterien sich direct in die Venen fortsetzen, ohne dass zwischen beide Systeme das Netzwerk des Milzgewebes oder ein engmaschiges Netz besonderer Pulpacapillaren eingeschoben ist«. Denselben Modus vertheidigt auch Kölliker[3]). Beim Menschen bestehen nach Schw.-Seidel zwischen zu- und abführenden Gefässen »Uebergangsgefässe«. Ich habe diese, so wie sie nach Schw.-Seidel's Beschreibung und Abbildung aussehen, sehr oft gesehen, muss sie aber für Anastomosen zwischen benachbarten capillären Venen erklären. Bei der normalen menschlichen

---

1) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XI, S. 333.

2) Virch. Arch. Bd. XXVII, S. 496.

3) l. c. p. 462.

Milz ist es schwierig, sich hiervon zu überzeugen, hat man aber Milzen, welche sich im Beginne der diffusen Entartung befinden (und hier sind die cap. Venen eher erweitert als vermengt), so kann man nach Behandlung des Präparates mit J und Schwefelsäure die engen, zuweilen ungewöhnlich langen Anastomosen zwischen den weiteren Venen ohne Schwierigkeiten wahrnehmen. — Basler[1]) hat bei natürlichen Injectionspräparaten die Blutkörperchen »nie gleichmässig zerstreut über das Präparat« angetroffen und sieht sich »gezwungen, wenigstens bestimmte Bahnen« zwischen beiden Gefässabschnitten anzunehmen. — Fenenko[2]) hält es für wahrscheinlich, dass »sich das Blut in der Milz überall in Canälen mit selbstständigen Wandungen bewegt«.

Was meine positiven Resultate über den fraglichen Gegenstand anlangt, welche ich einerseits durch die künstliche Injection, andererseits durch das Studium der diffus entarteten amyloiden Milz erhalten habe, so sind dieselben dem Leser zum Theil schon bekannt: Die capillären Enden der Arterien münden direct, terminal oder parietal, unter rechten oder spitzen Winkeln, in die Anfänge der Venen. Es gelingt zuweilen, die Enden der arteriellen Gefässe bei der venösen Injection ohne Entstehung von Extravasaten zu füllen; bei der arteriellen Injection geht die Masse leicht aus den Arterien in die Venen über, ohne dass eine Ruptur der Gefässwände erfolgt, nie gelingt es aber, eine grössere Partie der Venen auf diese Weise zu füllen. Das Blut bewegt sich in der Milz nur in geschlossenen Bahnen; ein Austritt körperlicher Elemente aus diesen in das Gewebe ist stets als pathologische Erscheinung aufzufassen.

Wenden wir uns zu den Abbildungen (Fig. VI). Bei A' befindet sich die Abbildung von einem Präparate der Pferdemilz: bei b sieht man hier den charakteristischen spitzen Anfang einer unzweifelhaften Vene dieses Thieres, welcher sich alsbald in ein Gefäss von beträchtlich weiteren Lumen fortsetzt. Die Wand dieses Venenanfanges steht in continuirlichem Zusammenhange mit einer arteriellen Capillare (a), welche von der Arterie aus roth injicirt ist. Die Masse ist nur bis zum Anfange der Vene gedrungen, aber nicht

1) l. c. p. 230.
2) l. c. p. 73.

in dieselbe weiter hinein, wie es ja bei den obwaltenden Verhältnissen als Haupterforderniss zur Vermeidung von Extravasaten angesehen werden muss. Es wurde oben angegeben, dass die Milz des Pferdes nach den Eigenthümlichkeiten der Venenanfänge in derselben zu jenem Typus gehört, wohin Billroth die Schafs-, Ochsen- und Schweinsmilz zählt; er erwähnt von letzteren Thieren, dass bei ihnen eine »mehr spitze Einmüdung der Capillaren in die Venen« vorhanden ist. Da er hierunter ohne Zweifel die dargestellte terminale Einmündung in die Spitze des sich rasch erweiternden Venenanfanges versteht, so kann ich jene Angabe bestätigen, denn die Verhältnisse bei A′ sind sehr charakteristisch für das Pferd.

Bei A (Fig. VI) sieht man zwei arterielle Capillaren (a, a) in die seitliche Spitze einer breiten Venen (b) einmünden. Es ist sowohl die Vene (blau) als auch die Arterie (roth) mit Injectionsmasse gefüllt. Die verschieden gefärbten Massen haben sich bei c gemischt (violett). Die venöse Injection war hier (wie es bei mir als Regel galt) der arteriellen vorausgegangen. Die Vene war also zuerst angefüllt und die hiernach in die Arterie injicirte Masse kann nur innerhalb der unverletzten Arterie in die Vene übergegangen sein. Dort, wo der Uebergang durch Extravasate erfolgt, gelangt die Masse in eine verletzte Stelle der Vene und fliesst von hier nach beiden Seiten weiter, bis sie auf einen Widerstand stösst; in die Spitze einer vollen Vene kann sie nicht durch Extravasate von aussen gelangen; ausserdem befinden sich nirgends in der Umgebung dieses Präparates Extravasate; die feinkörnige Masse wird durch die Gefässwände scharf begrenzt und hat sich innerhalb dieser zu jener Form angesammelt, welche den Gefässen zukommt. Das Präparat ist so übersichtlich, dass es bei schwacher und starker Vergrösserung gar keinen Zweifel in der betreffenden Frage aufkommen lassen kann.

Bei der Hunde-, Katzen- und menschlichen Milz und bei anderen, wo sich die Plexus der anastomosirenden Venen befinden, welche über eine grössere Längsausdehnung ein ziemlich gleiches Caliber besitzen, geschieht die Einmündung der Arterien in die Venen meistens seitlich unter rechten oder spitzen Winkeln; es kommen jedoch auch terminale Einmündungen vor. Bei B (Fig. VI) sieht man eine von der Vene aus injicirte capilläre Vene (b) einer Katzenmilz. Die Masse ist auf eine kleine Strecke in das arterielle

Gefäss (a) hineingedrungen, dessen Fortsetzung weiter frei von Injectionsmasse zu Tage tritt und sich unzweideutig durch die structurlose Wand mit den eingelagerten elliptischen Kernen als arterielle Capillare zu erkennen giebt[1]). Bei C' haben wir das Präparat von einem Hunde, wo die spitzwinkelige Einmündung einer arteriellen Capillare (a) in die capilläre Vene (b) dargestellt ist. Beide sind durch ihren Bau gut von einander zu unterscheiden. Bei C haben wir eine capilläre Vene (b) desselben Thieres auf dem Querschnitte, die einmündende arterielle Capillare (a) auf dem Längsschnitte. Ueberall geht die structurlose Wand der arteriellen Gefässe in die aus den eigenthümlichen Zellen gebildete Wand der capillären Venen continuirlich über.

Hierher gehörige Präparate von der menschlichen Milz werde ich bei der Beschreibung des amyloiden Zustandes derselben darstellen. Nimmt man Partien, wo das Parenchym total in amyloide Substanz umgewandelt ist, so sieht man an vielen Stellen unter rechten und spitzen Winkeln die feinen Canäle der arteriellen Capillaren in die breiten Canäle der capillären Venen einmünden.

Berücksichtigt man die angegebenen Verhältnisse, so wird es verständlich, warum bei venöser Injection nur zuweilen ein Uebertritt der Masse aus den Venen in die Arterien erfolgt. In jenen Fällen, wo das Verhältniss beider Gefässe zu einander sich wie bei B (Fig. VI) gestaltet, kann von letzterer die Masse bei sorgfältiger Injection, wenn auch schwierig, aber dennoch auf eine kleinere Strecke in die Arterie (a) hineindringen. Ist das Verhältniss, wie bei C, so wird dieses unmöglich sein: Die mit einer gewissen Geschwindigkeit in der capillären Vene sich bewegende Masse passirt hier die enge Einmündungsstelle der Arterie rascher, als es ihr möglich ist, in letztere einzutreten, und, nachdem sie vorübergegangen ist, werden die Wände des Arterienendes an einander gedrückt. Bei rechtwinkeliger Einmündung der arteriellen Capillaren stehen dem Eintritt der von der Vene aus injicirten Masse in dieselben ebenfalls grosse Schwierigkeiten im Wege, weil die zarte Wand der capillären Vene keine so hohe Steigerung des Seitendruckes gestattet, als zur Füllung der seitlich einmündenden engen Arterien erforderlich ist.

---

1) Ich unterlasse es hier, Angaben über den Durchmesser der Gefässe zu machen, weil derselbe schon a. a. O. genannt wurde. Die Abbildungen zeigen das Verhältniss der Durchmesser beider Gefässarten zu einander.

Lymphgefässe. Die oberflächlichen Lymphgefässe lassen sich beim Pferde von den Wurzeln aus leicht injiciren und erscheinen dann in Gestalt eines sehr schönen dichten Netzes auf der Oberfläche des Organs; ihre Anordnung ist eine derartige, dass die auf der convexen Fläche der Milz befindlichen an den Rändern umbiegen und sich dann, in ihren Hauptstämmen einen gestreckten Verlauf darbietend, zum Hilus begeben, um hier zu einem Hauptstamme zusammenzufliessen. Ihr Sitz ist im Gewebe der Kapsel, wo sie ohne besondere Wandungen verlaufen, wie es in Fig. VII, wo sie sich auf Querschnitten repräsentiren, zu sehen ist. Beim Menschen habe ich nur in seltenen Fällen die oberflächlichen Lymphgefässe wahrnehmen können; ein Mal gelang es mir aber, einige Verzweigungen derselben durch die Injection darzustellen. Bei Hunden und Katzen habe ich nur in seltenen Fällen durch Einlegen der ganz frischen Milz in Wasser Andeutungen dieses Gefässnetzes auf der Oberfläche zur Wahrnehmung bringen können, nie aber ein solches zu injiciren vermocht.

Als tiefe Lymphgefässe bezeichne ich die im Gewebe der Milzbalken verlaufenden und mit diesen das ganze Organ durchziehenden Lymphgefässe (Fig. VII d). Ich habe dieselben nur bei der Pferdemilz darstellen können. Sie bilden ein das Balkensystem durchtränkendes Stromgebiet, verzweigen sich hier vielfach und mannigfach und münden in die Kapsellymphgefässe ein. Die grösseren Aeste haben injicirt einen mittleren Durchmesser von 0,04 Mm., derselbe kann jedoch bis 0,08 und mehr steigen; die kleinsten dagegen werden nur in Gestalt von Spalten zwischen den durch die Injectionsmasse gewissermassen auseinandergedrängten Gewebsbündel wahrgenommen, so wie denn auch die grösseren keine eigenen Wandungen besitzen. Einen Zusammenhang der Lymphscheide mit Lymphgefässen habe ich nicht nachweisen können, habe aber noch nicht die Hoffnung aufgegeben, dass mir dieses mit der Zeit gelingen werde.

Tomsa[1]) ist der Entdecker dieser Lymphgefässe, während Teichmann[2]) trotz der sorgfältigsten Untersuchungen, sowie auch Billroth[3]) und Frey[4]) nur oberflächliche Gefässe nachweisen konnten. Mir gelang die Injection der tiefen Lymphgefässe eben-

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1863 Bd. 48. Juni-December.

2) Das Saugadersystem 1861, S. 95.

3) Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XI, S. 334.

4) Das Mikroskop 1863, S. 338.

falls erst nach längerem Bemühen; sie wurde, wie es auch Tomsa that, in der Stromrichtung der oberflächlichen Lymphgefässe gemacht.

Auf die Darstellung, welche Tomsa über die Lymphwege in der Milz giebt, kann ich hier nicht näher eingehen. Die von Tomsa abgebildeten Uebergänge der Injectionsmasse (Leim) in das Gewebe der Milz und namentlich die Verbreitung in demselben halte ich, wie es auch von Frey[1]) vermuthlicherweise ausgesprochen wurde, wenigstens zum grössten Theile, für das bekannte Leimnetz, durch welches schon mancher Bearbeiter der Milz getäuscht worden ist; ich habe nie derartige Bilder, wie Tomsa Fig. 6 zeichnet, erhalten. Die Einstichsmethode ergiebt nichts Positives. Wenn ich es dennoch nicht für unmöglich halte, dass das Milzparenchym Lymphbahnen, wenn auch in geringer Entwickelung besitze, so muss ich hier andererseits hervorheben, dass sich das Parenchym bei der amyloiden Entartung unzweideutig als stabiles Gewebe darthut, indem man sieht, wie das netzförmige Gerüst, die Parenchymzellen und die Interzellularsubstanz allmählich die pathologische Umwandlung erleiden.

Aus der anatomischen Beschaffenheit der Blutgefässe geht hervor, dass die Blutcirculation in der Milz eine sehr langsame ist. Die Verlangsamung der Blutcirculation, welche der Milz eigenthümlich ist, wird wesentlich von zwei Momenten bedingt: 1) von dem im Verhältniss zu den Capillaren vieler anderer Organe (z. B. der Leber) engen Caliber der arteriellen Capillaren, wodurch der Reibungswiderstand erhöht wird, und 2) von dem sehr weiten Caliber der capillären Venen, wodurch das Stromgebiet stark erweitert wird. Da die kolossale Erweiterung des Stromgebietes beim Uebertritt des Blutes aus den arteriellen Capillaren in die capillären Venen plötzlich erfolgt, so wird hier auch eine plötzliche beträchtliche Verlangsamung in der Blutbewegung stattfinden und langsam muss sich das Blut in diesen Canälen zwischen dem Parenchym vorwärts be-

1) Canstatt's Jahresb. für 1864, Bd. I, S. 92.

wegen, bis es in die Venenstämmchen eingetreten ist und hier in der engeren Passage wieder eine grössere Geschwindigkeit in der Bewegung erhält.

Wir sahen im Vorhergehenden, dass es wegen des eigenthümlichen Ueberganges der Arterien in die Venen unmöglich ist, von den Arterien aus die Venen über grössere Strecken ohne Extravasatbildung zu injiciren; dass aber dennoch die Circulation im Leben unter normalen Verhältnissen ohne Zerreissung der Gefässwände von statten geht, ist aus dem Umstande zu ersehen, dass normaliter nur eine geringe Menge von Pigment im Milzgewebe angetroffen wird. Abgesehen davon, dass die Bewegung des Blutes im lebenden Organismus unter anderen Umständen erfolgt, als die Bewegung der Injectionsmasse, hat Tomsa[1]) ein Moment erkannt, welches bei der Blutbewegung in der Milz von grossem Einflusse ist, indem es die Entleerung des venösen Gefässinhaltes befördert. Es ist zwar nicht richtig, wenn Tomsa angiebt, dass »alle« von der Milzkapsel abgehenden muskulösen Balkenstränge zu den Milzvenen streben, wohl aber thut dieses ein grosser Theil; andererseits ist es bekannt, dass die Milzvenen in muskulösen Scheiden eingeschlossen sind. Der günstige Einfluss, welchen die Thätigkeit dieser muskulösen Balken und Scheiden auf die Entleerung des venösen Gefässinhaltes ausübt, kommt, wie Tomsa uns lehrt, auf folgende Weise zu Stande: In jenem Theile der Milz, wo die muskulösen Balken als getrennte Stränge verlaufen, zielt ihre Zusammenziehung auf eine allgemeine Raumverminderung des von ihnen beherrschten Territoriums hin; ihre Zusammenziehung bewirkt hier einen mehr oder weniger gleichmässigen Druck auf das zwischen ihnen befindliche Gewebe. Zu derselben Zeit wird aber eine Erweiterung der Venenstämmchen hervorgebracht, indem sich die muskulösen (nur aus Längsfasern bestehenden) Venenscheiden durch die Contraction verkürzen und zugleich das Lumen der Venen erweitern, wobei die sich seitlich an verschiedenen Stellen an jene Scheiden ansetzenden muskulösen Balken unterstützend wirken.

Betreffend die Neubildung farbloser Blutkörperchen in der Milz, so muss ich mich Billroth[2]) anschliessen, »dass einzig und allein die Epithelialzellen der Venen die Quelle sein können«, d. h. die die

---

1) l. c. p. 664.

2) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. XI, S. 336.

Wand der kleinen Venen bildenden eigenthümlichen Spindelzellen mit den in das Gefässlumen mehr oder weniger stark vorspringenden Körpern. Billroth[1]) hat zuerst die Beobachtung gemacht, — und ich konnte dieselbe bestätigen, — dass bei der Typhusmilz eine grosse Menge von grossen 2—6 kernigen Zellen in den Venen derselben vorkommt, wie man sie auch in dem Venenblute der normalen Milz, jedoch nur in sehr geringer Menge, findet. Oft findet man auch eben solche grosse vielkernige Zellen mit einem oder zweien Fortsätzen (Fig. V, c, d′). Aus diesem Umstande, sowie auch daraus, dass solche Zellen im Blute der Milzarterie und dem Gewebe der Lymphscheide und des Milzparenchyms nicht vorkommen, schloss Billroth, »dass sie grösstentheils von den Milzvenenepithelien herstammen«. Berücksichtigt man ausserdem den anatomischen Bau unseres Organs, so kann man als einzige mögliche Quelle der Neubildung farbloser Blutzellen in unserem Organe nur die obgenannte annehmen.

Ueber die physiologische Bedeutung der Lymphscheide kann gegenwärtig, auch vermuthungsweise, nichts Positives gegeben werden; ihre Verbindung mit Lymphgefässen ist noch nicht nachgewiesen. (Durch Leiminjectionen konnte ein solcher Nachweis nicht geliefert werden.)

Das Milzgewebe muss nachdem, was bei der amyloiden Degeneration zu Tage tritt, als ein stabiles, das heisst, ein dem Parenchym anderer Organe analoges Gewebe aufgefasst werden. Die verschiedenen Entwickelungszustände, in welchen man die lymphoiden Parenchymzellen antrifft, deuten darauf hin, dass in dem Milzparenchym ein reges Leben vor sich geht. Es kann meiner Ansicht nach auch kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Bestandtheile des überaus langsam durch die capillären Venen hindurchströmenden Blutes sich hier zum Theil umsetzen. Hier nimmt es gewiss auch die von den Parenchymzellen des Milzgewebes gebildeten Producte auf. Welche Producte von den Zellen der Lymphscheide, welche von denen des Milzgewebes gebildet werden, das liesse sich mit der Zeit vielleicht durch Analysen des arteriellen und venösen Blutes bei den verschiedenen Formen der amyloiden Milz entscheiden. Diejenigen Stoffe, welche z. B. bei der Entartung des Parenchyms constant wegfallen oder sehr vermindert werden, müssen dann den

---

1) Virchow's Arch. Bd. XXIII, S. 466.

unthätig gewordenen Parenchymzellen zugeschrieben werden. Freilich können nur sehr viele Analysen Aufschluss geben, doch möchte ich in der amyloiden Degeneration einen Anhaltspunkt sehen, welcher es möglich macht, die Function der einzelnen verschiedenen Elemente der Milz dereinst aus dem Dunkel hervorzuziehen.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XXIX und XXX.

Fig. 1. Künstlich injicirte Malpighi'sche Körperchen. A. B. C. und E. vom Pferde, D. vom Hunde; a. (bei A. und C.) die Hauptarterie; b. Arterien, welche den Körperchen angehören; c. das Capillarnetz in diesen; d. unaufgelöste Aeste, dem Milzparenchym zustrebend; e. aus den Körperchen austretende Capillaren; f. sog. extracorpusculäre Arterien und Capillaren; g. Andeutung uninjicirter Capillaren; h. Extravasate der Injectionsmasse. F. Misslungene Injection des Malp. Körperchen seiner Katzenmilz; Bedeutung der Buchstaben, wie oben, bei i. ist durch einen unglücklichen Schnitt ein Stück des sich biegenden Arterienastes verloren gegangen. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 2. Capillarhülsen aus der Milz eines Hundes, A. auf dem Querschnitt, B. auf dem Längsschnitt, C. gepinseltes Präparat auf dem Schrägschnitt; a. die Hülsen; b. injicirte arterielle Capillaren; c. capilläre Venen; d. Milzparenchym. Vergrösserung $\frac{310}{1}$.

Fig. 3. Präparat von einer Kaninchenmilz mit künstlicher Veneninjection. a. Malp. Körperchen; b. einfach cytogen umgewandelte Arterienscheide; c. die injicirten capillären Venen; d Extravasate; e. Parenchymstränge; f. Milzkapsel. Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 4. Präparat von der Milz eines 3monatlichen Hundes mit künstlicher Veneninjection. a. Arterie; b. deren Lymphscheide; c. Follikel in dieser; d. Venenast (dieser Venenast befindet sich beim Präparate nicht an jener Stelle, wo wir ihn gezeichnet haben; nur um Raum zu ersparen, stellten wir ihn näher zum anderen Gegenstande der Abbildung; im Uebrigen sind die Verhältnisse die natürlichen geblieben). Vergr. $\frac{90}{1}$.

Fig. 5. Gepinselte Präparate aus der menschlichen Milz. A. normaler Zustand, B. aus einer Stauungsmilz; a. Parenchymstränge; b. capilläre Venen auf verschiedenen Schnitten; c. das Epithel der capillären Venen; bei c. im Zusammenhange, bei d und d' isolirte Zellen. Vergr. $\frac{310}{1}$.

Fig. 6. Präparate, welche den Uebergang der Arterien in die Venen zeigen; A. und A' vom Pferde, ersteres mit doppelter, letzteres mit arterieller Injection; B. von der Katze, mit venöser Injection; C und C' vom Hunde. — a. Arterien; b. Venen; c. (bei A.) die Stelle, wo sich beide Massen gemischt haben. Vergr. $\frac{310}{1}$.

Fig. 7. Präparat aus der Pferdemilz mit künstlicher Lymphgefässinjection. a, Lumina querdurchschnittener Lymphgefässe in der Milzkapsel; die Injectionsmasse ist zum grössten Theile bei der Anfertigung des Präparates herausgefallen, zum Theil ist sie an den Wänden hängen blieben; b. Milzbalken; c. die in denselben injicirten tiefen Lymphgefässe; d. Malp. Körp.; e. einige hie und da sichtbare kleinste Venen (uninjicirt, deshalb nicht überall sichtbar); f. Milzparenchym. Vergr. $\frac{80}{1}$.

Beiträge zur Mikroskopie.

Von

G. Valentin.

I. Das binoculare Mikroskop mit verschiebbarem Prisma.

Nachet hat in neuester Zeit an seinem binocularen Mikroskop, dessen Anwendung ich an einem anderen Orte [1]) zu erläutern suchte, eine Veränderung angebracht, welche die Körperformen mancher mikroskopischen Gegenstände besser, als früher erkennen lässt. Sie macht es zugleich möglich, eine Reihe von Wechselerscheinungen, welche bewegliche Stereoskopbilder oder passend eingerichtete Stereoskope vorführen, an den mit freiem Auge unkenntlichen Theilen zur Anschauung zu bringen.

Wir wollen dasjenige Prisma und dasjenige Rohr, welches sich unmittelbar über den Objectivlinsen befindet, das directe und die zwei Gegenstücke derselben an der anderen Seite die indirecten nennen. Diese Bezeichnungsweise rechtfertigt sich dadurch, dass jene die Lichtstrahlen, welche das Objectiv durchsetzt haben, ohne Weiteres, diese dagegen erst nach mindestens einer Zurückwerfung aufnehmen. Das directe Prisma, das früher, wie das indirecte, unbeweglich war, kann jetzt mit Hülfe eines Stiftes vor- und rückwärts geschoben werden. Es nimmt in dem ersteren Falle dieselbe

---

1) Henle und Pfeuffer Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. XXIV. 1869. S. 214—239.

Stellung an, die es bei der älteren Einrichtung unverrückbar bewahrte. Es deckt daher dann die Gesammtfläche der über dem Objectiv befindlichen Durchsichtsöffnung. Ist es hingegen zurückgeschoben worden, so lässt es die äussere Hälfte derselben frei. Die innere wird nur von demjenigen Prismentheile gedeckt, dessen Seitenfläche unter 45° zum Horizonte abfällt. Der planparallele Abschnitt wirkt unter diesen Verhältnissen nicht mehr.

Der nachfolgende Versuch, die Einflüsse der doppelten Einstellungsweise des Prisma zu erklären, setzt dasjenige als bekannt voraus, was ich schon über den Gang der Lichtstrahlen durch das Nachet'sche binoculare Mikroskop in der ersten Abhandlung [1]) erläutert habe. Wir gehen überdiess von zwei idealen Voraussetzungen aus, denen sich die verschiedenen Einzelbedingungen der Wirklichkeit mehr oder minder annähern.

Ein Punkt des mikroskopischen Gegenstandes entlasse bei auffallendem oder hemme bei durchfallendem Lichte ein Strahlenbündel, dessen Bestandtheile nach der Ablenkung durch die Objectivlinsen von dem wechselseitigen Parallelismus nur unmerklich unter einander abweichen. Es treffe ferner die untere wagerechte Prismenfläche nahezu senkrecht. Die zu erläuternden Wirkungen werden dann in der Wirklichkeit um so nachdrücklicher auftreten, je mehr sich der von der Beschaffenheit des mikroskopischen Gegenstandes, der Wirkung der Objectivlinsen und der Art der Spiegeleinstellung abhängende Verlauf der Lichtstrahlen jenen Voraussetzungen nähert.

Das Mikroskop sei so gestellt, dass das linke Auge des Beobachters durch das directe, das rechte durch das indirecte Mikroskoprohr blickt. Man habe zunächst das Prisma vorgeschoben oder ausgezogen. Das Strahlenbündel eines rechts gelegenen Punktes des mikroskopischen Gegenstandes wird durch die Objectivlinsen nach links versetzt. Trifft es hier die unter 45° geneigte Fläche des directen Prismas, so wird es nach dem zweiten oder indirecten zurückgeworfen, durchsetzt dieses und gelangt in das indirecte Rohr, über dem sich das rechte Auge befindet. Die Strahlen eines weiter nach links gelegenen Punktes werden durch das Objectiv nach rechts geführt. Gelangen sie dann auf die planparallele Hälfte des directen Prismas, so treten sie hier nach dem directen Rohre

---

1) a. a. O. S. 217—224.

durch. Der rechts gelegene Punkt entwirft also sein Bild auf der rechten und der links befindliche auf der linken Netzhaut.

Schiebt man jetzt das Prisma zurück, so tritt das Strahlenbündel des rechten Punktes, welches von dem Objective nach links abgelenkt worden, durch die von keiner Glasmasse bedeckte Durchsichtsöffnung in das directe Rohr und von da in das linke Auge. Das durch die Objectivlinsen nach rechts hinübergeführte Strahlenbündel des linken Punktes dagegen wird von dem unter 45° abfallenden Prismentheile zu dem indirecten Prisma geführt. Es gelangt daher in das rechte Auge. Dieses erblickt also jetzt das Bild des linken und das linke Auge das des rechten Punktes. Man hat mit einem Worte die entgegengesetzten Verhältnisse, wie bei der ersten Einstellungsweise.

Derselbe Doppelfall lässt sich am Stereoskop auf zweierlei Art erzeugen. Die zuerst von Halske hergestellten beweglichen Innenkreise der beiden Reliefzeichnungen eines geradflächig abgestutzten Kreiskegels gehören zunächst hierher. Betrachtet man die Doppelfigur in einem gewöhnlichen Brewster'schen Stereoskope, so sieht man einen vollen mit der Abstutzungsfläche nach oben gewandten oder einen hohlen mit jener nach unten gerichteten Kegel, je nachdem jeder der beiden inneren Kreise nach aussen oder nach innen geschoben worden. Sieht man in die Vorrichtung, während man die Verschiebung vornimmt, so geht die Abstutzungsfläche in dem ersteren Falle in die Höhe und in dem zweiten in die Tiefe. Der Unterschied der körperlichen Anschauung in beiden Fällen erklärt sich aus den Abweichungen, welche die Reliefprojectionen eines in der Mitte aufgestellten vollen und auf der Grundfläche ruhenden oder eines hohlen und umgekehrt gelagerten Kegels für das rechte und das linke Auge darbieten.

Ein Stereoskop, das den Gebrauch von zwei convergirenden und zwei divergirenden Spiegeln gestattet, wie ich es z. B. nach der Gerber'schen Anfertigung an einem anderen Orte[1]) erläutert habe, macht es möglich, die körperlichen Anschauungen in noch ausgedehnterem Maasse wechseln zu lassen. Je nachdem man das eine oder das andere Spiegelpaar gebraucht, gelangt die eine Reliefzeichnung in das rechte und die andere in das linke Auge oder

1) Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. 2. Braunschweig. 1848. 8. S. 725—727.

umgekehrt. Man kann daher die oben erwähnte doppelte Anschauung eines vollen und eines hohlen Körpers nicht bloss für abgestumpfte Kegel, sondern auch für Prismen verschiedenster Art, aus diesen zusammengesetzte Gestalten, Pyramiden und deren Verbindungen mit Prismen hervorbringen. Die zwei Spiegelpaare machen es möglich, Verschiedenheiten der erblickten Körperformen ohne alle Schwierigkeit zu erzeugen, die sich in anderen Stereoskopen gar nicht oder nur mühevoll von Augen, die im Schielen nach innen geübt sind, herstellen lassen. Ich nehme z. B. zwei Reliefzeichnungen, die der Obeliskenform eines mit vier Seitenflächen versehenen, oben und unten wagerecht und parallelflächig abgeschnittenen Prisma entsprechen. Ich sehe dann einen vollen Obelisken, dessen kleinere Abstumpfungsfläche gegen mich gekehrt ist, wenn ich die convergenten Spiegel gebrauche und daher die Strahlen der rechts befindlichen Zeichnung in das linke Auge und die der links aufgestellten in das rechte fallen. Benutze ich hierauf die divergenten Spiegel, für welche der umgekehrte Fall gilt, und ändere nicht die Entfernung der beiden Durchsichtsöffnungen von jenen, so kann ich die zwei Reliefbilder nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach zur gegenseitigen Deckung bringen, wenn ich selbst mit beiden Augen möglichst stark nach innen schiele. Ich sehe aber unter diesen Verhältnissen dessenungeachtet ein einfaches Körperbild, nicht eines hohlen Obelisken, sondern der vorderen Hälfte einer vollen sechskantigen Doppelpyramide mit zwei mittleren mittelst der Nachbarspitzen zusammenstossenden viereckigen Abstumpfungsflächen, also eine ganz andere Körpergestalt als früher. Vergrössere ich jetzt den Abstand der Spiegel von den Durchsichtsöffnungen, indem ich das Stereoskop ausziehe, so kann ich eine Entfernung finden, bei der ich einen hohlen und mit der kleineren Endfläche von mir abgewandten Obelisken erblicke. Ich bin dann auch im Stande, die beiden erwähnten so verschiedenen Körperbilder durch vorbereitende Schielbewegungen ohne allen Wechsel der Spiegelentfernung herzustellen.

Das binoculare Mikroskop mit verschiebbarem Prisma liefert ebenfalls viele körperliche Doppelanschauungen, weil auch hier das Bild eines rechts gelegenen Punktes auf die rechte oder die linke Netzhaut je nach der verschiedenen Prismeneinstellung entworfen wird. Wie schon eine unvollkommene stereoskopische Auffassung bei dem Sehen mit einem Auge möglich ist und die Abhaltung aller

äusseren Bilder diese Wirkung für passende Reliefzeichnungen in hohem Grade begünstigt, so wiederholt sich etwas ähnliches für die Prismenverschiebung. Nimmt man diese mit der nöthigen Geschwindigkeit vor, so kann man viele der bald zu erwähnenden Wechselerscheinungen, obgleich sowohl der räumlichen Ausdehnung nach, als auch qualitativ weit unvollkommener, bei der mikroskopischen Untersuchung mit einem Auge, besonders wenn es durch das directe Rohr blickt, wahrnehmen. Soll der Gebrauch beider Augen alle Bilder, die ich sogleich beschreiben werde, vollständig erkennen lassen, so müssen sie die zwei Hauptbedingungen des stereoskopischen Sehens überhaupt erfüllen. Die Fähigkeit, willkührlich nach innen zu schielen und daher den Durchschnittspunkt der beiden Sehachsen näher zu bringen, wird häufig für die Vorbereitung zur stereoskopischen Einheitsauffassung in Anspruch genommen. Die Sehweiten der beiden Augen dürfen nicht zu sehr unter einander abweichen. Ist diese Bedingung schon für viele makroskopische Bilder der Stereoskope unerlässlich, so macht sie sich für das Mikroskop noch nachdrücklicher geltend, weil hier immer ein kleiner Unterschied der nöthigen Brennweite des rechten und des linken Rohres, der mit der Stärke der Vergrösserung zunimmt, auftritt, den das Anpassungsvermögen nur dann ausgleichen kann, wenn nicht das eine Auge wesentlich kurzsichtiger als das andere ist und daher eine nähere Einstellung der Objectivlinse fordert. Leidet ein Beobachter an einem solchen Gebrechen, so wird er an dem binocularen Mikroskope mühevoller arbeiten, wenn er selbst eine Zerstreuungslinse vor das kurz- oder eine Sammellinse vor das weitsichtige Auge einschaltet. Ein Naturforscher dagegen, bei welchem das eine Auge etwas nach aussen schielte, brachte es bald dahin, die mannigfachen durch die Prismenverschiebung erzeugten Körperbilder gut zu erkennen.

Es versteht sich von selbst, dass es viele mikroskopische Gegenstände giebt, welche dieselbe Körpergestalt bei vor- und bei zurückgeschobenem Prisma liefern. Lassen wir diese bei Seite, so können wir die vorzüglichsten Wechselerscheinungen auf 15 Hauptpunkte zurückführen. Sie zeigen sich natürlich nur innerhalb bestimmter Vergrösserungsgrade und schwinden oder machen anderen Bildern Platz, wenn man zu schwache oder zu starke Objective anwendet.

1. Die zu dem binocularen Mikroskope gehörenden Oculare

liefern eine grosse Kugelabweichung, weil die Unterflächen der Ocular- und der Collectivlinse stark gewölbt sind, damit mehr Helligkeit erzeugt werde. Dieses hat zur Folge, dass das Gesichtsfeld nicht eben, sondern nach oben gewölbt bei ausgezogenem und nach unten gekrümmt, d. h. mit einer Aushöhlung nach oben gerichtet bei zurückgeschobenem Prisma erscheint. Der Mittelpunkt desselben liegt in dem ersteren Falle am höchsten über und in dem letzteren am Tiefsten unter der Mittelebene des gewöhnlichen planen Gesichtsfeldes. Man bemerkt dieses schon, wenn gar kein mikroskopischer Gegenstand unter dem Objective liegt, sowie Stäubchen, die an den Gläsern haften oder andere Schatten erzeugende Gegenstände die nöthigen Anhaltspunkte liefern. Die Erscheinung tritt aber weit lebhafter hervor, sowie man passende mikroskopische Körper unter solchen Vergrösserungen betrachtet, dass sie das ganze Gesichtsfeld oder wenigstens den grössten Theil desselben ausfüllen.

Es kann in seltenen Fällen vorkommen, dass der unter dem Mikroskope befindliche Gegenstand die Täuschung herbeiführt, dass das Gesichtsfeld bei vorgeschobenem Prisma nach oben ausgehöhlt erscheint. Wir werden ein Beispiel der Art unter Nr. 3 kennen lernen.

Untersucht man z. B. ein hinreichend grosses Stück der Flügeldecken des Brillantkäfers mit dem Objectiv Nachet Nr. 1, so sieht man das Ganze nach oben gewölbt, wenn das Prisma vorgeschoben worden. Dieses wiederholt sich noch insbesondere für die dunkeln Streifen, die zwischen den mit grün und gelb schillernden Blättchen besetzten Längsriefen liegen und zwar vorzugsweise in der Mitte des Gesichtsfeldes. Stosse ich das Prisma nach innen, so stellt sich die Aushöhlung ein. Die schwarzen Streifen erscheinen tiefer, als die Reihen der Schillerblättchen mit ihrer Unterlage. Untersuche ich jetzt mit Hartnack Nr. 5, so dass eine gewisse Summe von Blättchen das ganze Gesichtsfeld ausfüllt, so heben und senken sich jene und drehen sich scheinbar dabei um ihre Ansatzpunkte, sowie ich das Prisma vor- und zurückschiebe. Alle mit gröberen, also nicht zu mikroskopischen Riefen versehenen Körper können ähnliche Wechselerscheinungen hervorrufen.

Beobachtet man mit so starken Vergrösserungen, dass ein Präparat von Knorpel-, Muskel- oder einer anderen nahezu ebenen Masse das ganze Gesichtsfeld ausfüllt, so kann man es in Folge der

Prismenverschiebung nach Belieben im Ganzen gewölbt oder ausgehöhlt sehen, sei es dass die untergeordneten Bestandtheile noch weitere, bald zu erwähnende Veränderungen erleiden oder nicht.

2. Eine unmittelbare Folge der eben erläuterten Wechselerscheinungen besteht darin, dass ein Gegenstand, der einen nur beschränkten Theil des Gesichtsfeldes ausfüllt, bei vorgeschobenem Prisma um so mehr in die Höhe geht und sich bei zurückgezogenem um so tiefer hinabsenkt, je näher er dem Mittelpunkte des Gesichtsfeldes liegt. Die bisweilen in dem Kaninchenharne vorkommenden krystallinischen Kugeln geben sehr anschauliche Bilder, wenn sie z. B. in Canadabalsam aufbewahrt mit Hartnack Nr. 5 oder Nr. 7 betrachtet werden. Das binoculare Mikroskop überhaupt zeigt dann mit einem Ueberblicke, wie die verschiedenen Dumb-Bells in ungleichen Höhen liegen. Diejenigen aber, welche bei vorgeschobenem Prisma die obersten waren, werden zu den untersten und umgekehrt, sowie man das Prisma zurückstösst. Viele Präparate von mikroskopischen Krystallen bringen dieselbe Wechselerscheinung auf das Auffallendste zum Vorschein.

Hat man einen Froschnerven, dessen Bindegewebshülle mehr oder minder verästelte Pigmentzellen sowohl an der oberen als der unteren Fläche des wagerecht liegenden Präparates führt, so gehen diejenigen, die bei vorgeschobenem Prisma oben lagen, nach unten und die unteren nach oben, sowie man das Prisma zurückschiebt. Ich besitze einen Flächenschliff der äusseren Schicht der Zehenwand des Pferdes, bei dem ein mittlerer zum Theil mit Luft gefüllter Horncanal hoch oben und die beiderseits benachbarten tief unten in dem ersten und die entgegengesetzten Bilder in dem zweiten Falle erscheinen. Passende Knochenschliffe, die man unter schwächeren Vergrösserungen untersucht, können einen ähnlichen Wechsel in Betreff der in verschiedenen Höhen verlaufenden Havers'schen Canälchen darbieten. Dünne Platten der Markmasse zeigen bisweilen das Gleiche für die verschiedenen Körperchen, die in den Markräumen liegen. Dasselbe wiederholt sich für viele Gefässbündel von Phanerogamen, die in verschiedenen Höhen befindlichen Schleuderer und Sporen von Jungermannia pallescens u. dgl.

Die gesonderten Muskelfasern aus dem Schwanze eines in Weingeist aufbewahrten Zitterrochens, welche die Kerne des Myolemma ohne weitere Behandlung zeigten, lieferten die Veränderung, dass

die Kernbildungen, die sich über der wagerechten Muskelfaser bei vorgeschobenem Prisma zeigten, unter ihr bei zurückgestossenem zu liegen schienen.

Es giebt nicht wenige Einspritzungspräparate, die erst vollkommen genügende Anschauungen im binocularen Mikroskope liefern, weil erst jenes ohne Aenderung der Einstellung des Brennpunktes, also unmittelbar zeigt, wie die Gefässe in verschiedenen Schichten verlaufen, sich von oben nach unten oder umgekehrt biegen, neben oder zwischen einander dahingehen. Die zwei Einstellungen des Prisma führen dann zu den mannigfachsten Wechselerscheinungen. Die grösseren Stämmchen, die über einem Haargefässnetze lagen, treten unter dieses. Aste, die nach oben seitlich abgingen, scheinen später in die Tiefe zu verlaufen. Zwei einander kreuzende eingespritzte Darmzotten kehren ihre gegenseitige Lage mit ihren Haargefässnetzen um. Injectionspräparate, die sich auf dunkelm Grunde befinden, eignen sich zu solchen Beobachtungen weniger, als durchsichtige.

Dass auch natürliche Einspritzungspräparate die gleichen Wechselanschauungen liefern können, sieht man z. B. an Nieren, die man vorher mit Salpetersäure behandelt hat. Man kann auf diese Art die schönste Füllung der feinsten Gefässe und der Malpighi'schen Gefässknäuel mit braunem geronnenen Blute erhalten. Die oberen Schichten werden dann zu unteren, wenn man die Prismenstellung nach innen der nach aussen folgen lässt.

Passend gestaltete Kalkgebilde können ähnliche Wechselerscheinungen vorführen. Die Backen des Kalkskelettes einer Pedicellarie von Echinus lividus drehen sich gewissermassen ihrer Lage nach um, je nachdem man das Prisma nach innen oder nach aussen führt.

3. Es gehört zur Regel, dass die gewölbten Bilder bei vorgeschobenem und die ausgehöhlten bei zurückgezogenem Prisma auftreten. Die in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlichen Stücke gehen in jenem Falle hinauf und in diesem hinab. Man stösst aber auch auf mikroskopische Gegenstände, deren Form und Stellung gerade die entgegengesetzten Beziehungen zum Vorschein bringen. Ein durchsichtiges Injectionspräparat der verschiedenen Lebergefässe des Menschen zeigte z. B. an vielen Orten, dass ein Stamm in die Tiefe trat, wenn das Prisma vorgeschoben

und in die Höhe ging, wenn es zurückgezogen war. Die Ursache lag hier in dem schwach gebogenen Verlaufe, mittelst deren die Achse eine Curve doppelter Krümmung im mathematischen Sinne des Wortes bildete. Man hatte dagegen den entgegengesetzten oder den gewöhnlichen Fall da, wo jene Nebenbedingung mangelte.

Untersucht man einen der beiden Exemplare von Eupodiscus Argus Ehrb., welche die Möller'sche Diatomeenprobeplatte begrenzen, unter schwacher Vergrösserung, so erscheint es tief unter dem Niveau des convexen Gesichtsfeldes bei vorgeschobenem und beträchtlich über dem des concaven bei zurückgezogenem Prisma. Dasselbe wiederholt sich für die benachbarten Diatomeen, wie Triceratium Favus Ehrb., Pinnularia nobilis Ehrb., Navicula Lyra Ehrb., Pinnularia interrupta Sm. u. s. w. Aendert man rasch die Prismenstellung, so sieht man alle diese Gebilde abwechselnd hinauf- und hinuntergehen, wie im Stereoskop die Abstumpfungsfläche des Kegels bei den beweglichen Reliefzeichnungen.

4. Manche mikroskopische Gegenstände zeigen noch die Eigenthümlichkeit, dass sie zwar bei der einen Prismenstellung stark gewölbt, bei der anderen dagegen nur schwach vertieft oder selbst eben erscheinen. Sie senken sich auch in der Regel in dem zweiten Falle weniger, als sie sich in dem ersten heben. Ich besitze z. B. einzelne Präparate des eigenthümlichen unter dem Namen des Lerp bekannten Stärkmehlkörpers, dessen Fäden diese Erscheinungen darbieten, und Einspritzungen der mit Peyer'schen Drüsen versehenen Darmschleimhaut des Menschen, sowie Knochenschliffe der Wirbelkörper des Hechtes, die zur Erläuterung des Gesagten ebenfalls dienen können.

5. Ein Körper, der eine schief nach oben gerichtete cylinderähnliche Masse bei vorgeschobenem Prisma bildet, neigt sich nach abwärts, sowie man dieses zurückzieht oder umgekehrt. Der rasche Wechsel der zwei möglichen Prismenstellungen kann daher den Schein einer Bewegung hervorrufen, die an die Thätigkeit der Flimmerhaare entfernt erinnert. Die Horncanäle von Antipathes cupressina drehen sich z. B. unter schwachen Vergrösserungen um ihren unteren Ansatzpunkt schief in die Höhe bei dem Vorschieben und begeben sich nach abwärts in eine mehr wagerechte Stellung bei dem Zurückstossen des Prismas. Wählt

man eine passende Stelle eines Flustrapräparates und zieht das Prisma rasch aus und ein, so hat es das Ansehen, als wenn sich die am Rande befindlichen Zähne schnell senkten und aufrichteten. Man kann ähnliche Erscheinungen an geeigneten Präparaten der Zellenfasern der Elaeagnusschuppen, der Stacheln mancher Pollenkörner z. B. der Gartenlavatere, an den Kieferzähnen der Larven von Triton Wurfbeinii erzeugen. Die strahlig gestellten Zellen, welche jede Spaltöffnung der Unterseite des Blattes von Cycas revoluta umgeben, scheinen sich abwechselnd nach oben und nach unten zu neigen.

6. Man stösst auf mikroskopische Gegenstände, die das Aussehen einer vollen Kugel bei einer und das eines hohlen Kugeltheiles bei der zweiten Prismenstellung darbieten. Das eine Bild befindet sich über und das andere unter der mittleren Ebene des Gesichtsfeldes. Man hat also hier die zwei gleichen Typen von Körperbildern, die man durch die Reliefzeichnungen von Kegeln, Pyramiden und deren Combinationen mit Hülfe des oben erwähnten Spiegelstereoskops erzeugen kann.

Die unter Nr. 3 angeführten Exemplare von Eupodiscus Argus zeigen im Ganzen die Kugelform, bieten jedoch eine schwache Vertiefung an ihrer oberen Fläche dar und schweben über dem nach oben ausgehöhlten Gesichtsfelde, wenn das Prisma zurückgestossen ist. Schiebt man es vor, so geht der Eupodiscus unter das Niveau des noch concaveren Gesichtsfeldes und erscheint wie ein tiefer ausgehöhlter Kessel mit verhältnissmässig dünnen von Löchern durchbohrten Wandungen, von denen die untere eine schwache Wölbung nach oben darbietet. Die grösste Erhebung von dieser liegt genau in der Mitte. Die vier grösseren Oeffnungen, die den Quadrantenpunkten des Umkreises oder die drei, die Abständen von 120° entsprechen, liegen am Umkreise des flach eingedrückten Stückes der Oberfläche bei zurückgestossenem und an dem des schwach gewölbten Bodentheiles bei vorgeschobenem Prisma. Alle diese Wechselbilder zeigen sich erst deutlich bei mittelstarken Vergrösserungen, z. B. bei dem Gebrauch von Hartnack Nr. 5 oder Nr. 7. Ein noch stärkeres Objectiv wie Hartnack Nr. 9 machte den Wechsel minder kenntlich. Eine schwache, wie Nachet Nr. 1 liess ihn fast gar nicht wahrnehmen.

7. Es giebt mikroskopische Gegenstände, welche

ihrer langen und schmalen Gestalt und ihrer Krümmungen wegen die unter 5 und 6 erläuterten Eigenthümlichkeiten mehr oder minder vereinigt zeigen. Der schnelle Auf- und Niedergang gesellt sich dann zu dem raschen Wechsel von Concavität und Convexität, wenn man das bewegliche Prisma mit der nöthigen Geschwindigkeit spielen lässt. Seitliche Flächendrehungen, die sich mit dem Auf- und Niedergange verbinden, lassen sich z. B. an aufgerollten grösseren Spiralgefässen von Musa paradisiaca und an allen Körpern, die schief von aussen oder innen und oben nach innen oder aussen und unten geneigte Blätter bilden, wahrnehmen.

Man findet nicht selten auf den Oberhautpräparaten von Kartoffelblättern einzelne Haare mit gebogener Achse und schief gestellt. Erscheinen sie nach oben convex und aufgerichtet, so legen sie sich nieder, werden platter oder selbst concav oder seitlich umgewendet, so wie man das Prisma zurückstösst. Aehnlich gekrümmte Baumwollen- oder Leinwandfäden zeigen das Gleiche. Stehen in der Wirklichkeit die nach oben convexen Hornzähne einer Schneckenzunge auf einem gewölbten Bogen und zeigen auch diess Bild bei vorgeschobenem Prisma, so sinkt Alles bei dem Einziehen desselben in die Tiefe und die Hornbogen und die Zähne werden jetzt nach oben ausgehöhlt oder mindestens eben. Andere weniger passende Präparate zeigen nur ein Umlegen der stets concav oder convex bleibenden Zahnbildungen.

8. Manche Bezirke einzelner mikroskopischer Präparate verschieben sich nur in wagerechter Richtung, so wie man das Prisma verstellt. Hat man z. B. zwei graue Kopfhaare senkrecht gekreuzt zwischen zwei Glasplatten fest eingeschlossen, so erscheint die Kreuzungsstelle in Form eines Vierecks, dessen Erhabenheit von dem höher liegenden Haare herrührt. Wählt man eine passende Vergrössernng und schaltet eine Blendung mit mässig grosser Oeffnung ein, so verschiebt sich jenes abwechselnd nach rechts und nach links, je nachdem man das Prisma aus- oder einzieht. Es gibt hier wiederum einen bestimmten Vergrösserungsbezirk, der die Erscheinung am Deutlichsten zeigt. Hartnack No. 5 war z. B. bei dem von mir benutzten Präparate am Passendsten. Man hat in anderen Fällen das gewöhnliche Hinauf- und Hinuntergehen oder dieses mit einer schwachen Seitenverschiebung verbunden.

Eine Erscheinung, welche bisweilen die Treppengefässe z. B.

der Wurzel von Rumex alpinus darbieten, gehört ebenfalls hierher. Die queren, mit keinen Verholzungsschichten bedeckten Spalten der Vorderwand werden natürlich oben gesehen und die der Hinterwand unten, wenn das Prisma vorgeschoben worden, während sich die Sache bei dem Zurückstossen umkehrt. Dieses hat aber auch zur Folge, dass sich jene sowohl, als die sie trennenden Verholzungsbänder wagerecht in der Richtung der Längsachse derselben zu verrücken scheinen.

Die bis jetzt erwähnten Eigenthümlichkeiten der uns hier beschäftigenden Vorrichtung gehören im Ganzen mehr in die Lehre von der Stereoskopie, als in die praktische Mikroskopie. Man wird sie höchstens in Einzelfällen zur Controlle benutzen können, ob ein Theil höher oder tiefer als der andere liegt, ob er convex oder concav, voll oder hohl ist, vorausgesetzt, dass man aus andern Erfahrungen weiss, welche der beiden Prismenstellungen das der Wirklichkeit entsprechende Gesammtbild liefert. Wir kommen jetzt zu einer weiteren Reihe von Eigenthümlichkeiten, die eine wesentliche Bedeutung für die Untersuchung einzelner mikroskopischen Gegenstände haben können.

9. Das binoculare Mikroskop mit verschiebbarem Prisma kann Krystallflächen zum Vorschein bringen, die man sonst gar nicht oder nur undeutlich erkennt. Ich habe schon früher hervorgehoben, welche grosse Zukunft das binoculare Mikroskop für die genauere Untersuchung der Krystalle besitzt. Die Prismenverschiebung kann die Vortheile, welche die Vorrichtung in dieser Hinsicht darbietet, wesentlich vergrössern, weil sie nicht bloss die Flächen verrückt, sondern auch häufig die Schatten, besonders bei dem Gebrauche passender Blendungen, anders vertheilt. Es ereignet sich daher häufig, dass schief abfallende Flächen bei der zweiten Prismenstellung sogleich in die Augen fallen, die dem Anblicke bei der ersten selbst nach dem Wechsel der Fokaleinstellung entgangen waren.

In Canadabalsam eingeschlossene prismatische Krystalle von Tripelphosphat können die wesentlichsten hier vorkommenden Fälle beispielsweise versinnlichen. Hat man eine Blendung mit mässig grosser Oeffnung in den Objecttisch eingesetzt und Hartnack No. 5 als Objectiv angeschraubt, so sieht man z. B. bei zurückgeschobenem Prisma einen Krystall, dessen schief abfallende Prismenfläche sich von der wagerechten kaum abgrenzt, während die zwei an

dem linken Ende befindlichen steil abfallenden Abstumpfungsflächen tief beschattet, die des rechten Endes dagegen so hell erscheinen, dass man sie nur bei grösserer Aufmerksamkeit erkennt. Zieht man das Prisma aus, so wird die abfallende Prismenfläche schattiger und plastischer. Die Schatten der links befindlichen Abstumpfungsflächen, von denen die eine grösser als früher erscheint und die beide etwas weniger steil abfallen, verlieren an Stärke. Man erkennt dagegen jetzt ohne Weiteres eine Haupt- und zwei kleine Nebenabstutzungsflächen am rechten Ende. Bringt auch der Wechsel der Prismenstellung keine neuen Flächen in anderen Fällen zum Vorschein, so macht er doch die Zahl der vorhandenen Flächen, vorzugsweise an den Abstumpfungsenden deutlicher, indem er deren Grösse, Neigung und Schattirung wesentlich ändert. Passend gefärbte Krystalle, z. B. solche von Hämatoxlyin, können ebenfalls als zweckmässige Erläuterungsstücke genommen werden. Die unter Hartnack Nr. 9 untersuchten Krystalle der Kalksäckchen des Frosches erhärten andererseits, dass die Vortheile der Prismenverschiebung bis zu den kleinsten Kryställchen hinabreichen.

10. Die eben erläuterte Flächenverschiebung der Krystalle kann zu Täuschungsbildern in Betreff der gegenseitigen Lage von Krystallen führen, deren Oberflächen sich zum Theil deckend berühren. Mikroskopische Kryställchen von Herapathit können das Gesagte am Besten erläutern. Dieses stark doppelt brechende Jodchininpräparat hat ursprünglich eine hellgrüne Farbe. Man kann aber die Krystalle immer dunkler und endlich undurchsichtig machen, wenn man sie mit einem Nicol, einer sogenannten farblosen Turmalin- oder einer makroskopischen Herapathitplatte betrachtet und die Polarisationsebene so einstellt, dass sie mit der des Krystalles einen rechten oder einen sich ihm annähernden Winkel bildet. Bewahrt man die mikroskopischen Herapathitkryställchen unter Weingeist auf und lässt einen Tropfen der Mischung auf einem Objectglase verdampfen, so lehrt die spätere Untersuchung, dass sich fast immer einzelne Krystallblättchen theilweise oder ihrer ganzen Ausdehnung nach so über einander legten, dass ihre Polarisationsebenen Winkel, die zwischen 0° und 90° betragen oder auch einem Rechten nahezu gleichen, untereinander bilden. Die beträchtlicheren Neigungsgrössen erzeugen dann blutrothe bis braunschwarze Färbungen. Man betrachte nun einen grösseren grünen Krystall, der ein nachdrückliches körper-

liches Bild liefert und auf dessen obere Fläche ein kleinerer rother zu liegen scheint, wenn das Prisma vorgeschoben ist. Zieht man dieses zurück, so geht die rothe Masse abwärts. Hat man die passende Vergrösserung gewählt, so gewinnt es das Ansehen, als läge der rothe Körper in dem Innern und nicht unter dem blassgrünen vollkommen körperlich, also mit einer gewissen Tiefendimension erscheinenden Krystalle. Ein zu schwaches oder ein zu starkes Objectiv erzeugt diese Täuschung nicht mehr, sondern nur das schon früher erläuterte Hinauf- und Hinabgehen.

11. Es giebt einzelne organische Gewebtheile, deren Körperformen genauer zur Anschauung kommen, wenn man die Prismenstellung rasch wechseln lässt, es möge sich hierdurch die Gesammtgestalt in untergeordnetem Grade ändern oder nicht. Mikroskopische Gebilde, die eine senkrecht oder schief abfallende ebene Fläche besitzen, im Uebrigen aber gewölbt sind, wie manche Stärkmehlkörper der Cassave (Manihot) oder einzelne Stücke der zusammengesetzten Knorpelkörperchen, zum Theil verklebte oder übereinander liegende Gebilde, wie z. B. die zusammengesetzten Stärkmehlkörner der Rhabarber oder der Sarsaparille, die entwickelteren Formen der Knorpelkörper, viele der mit Luft gefüllten Räume der Horncanäle der Hufe können dieses leicht bestätigen.

12. Aendert die Prismenverschiebung die Focaleinstellung des Mikroskopes, so ereignet es sich nicht selten, dass sie ganz andere Theile als früher zur Anschauung bringt, z. B. tiefere Gebilde statt höherer, die untere statt der oberen Fläche, ausgehöhlte statt gewölbter Begrenzungen u. s. w. Das Körperbild kann hierdurch im günstigsten Falle dermaassen wechseln, dass man einen ganz anderen Gegenstand vor sich zu haben glaubt. Eine neue Focaleinstellung führt dann eine der früheren ähnliche oder selbst gleiche Gestalt zurück oder auch nicht. Da man das Gesagte an vielen mikroskopischen Gegenständen bestätigt finden wird, so will ich nur zwei der bemerkenswerthesten Beispiele ausführlicher anführen.

Man nehme ein Präparat der Tüpfelgefässe eines Zapfenbaumes z. B. von Pinus sylvestris und suche einen Tüpfel aus, dessen innerer Kreis, d. h. die gegen die Höhle des Gefässes gerichtete

Oeffnung des Porencanales mit dem äusseren, d. h. durch den Lückentrichter erzeugten Kreise in derselben Ebene oder etwas höher zu liegen scheint, wenn das Prisma vorgeschoben ist. Die Verholzungsschichten, deren Oeffnungen grösser als der innere und kleiner als der äussere Kreis sind, zeigen sich dann als mehr oder minder vollständige concentrische Kreislinien zwischen beiden. Man hat also hier eine Anschauung, die eben so unvollkommen und zum Theil eben so unrichtig ist als die, welche das monoculare Mikroskop bei gegebener unveränderlicher Focaleinstellung liefert. Stösst man nun das Prisma zurück und stellt den Brennpunkt höher auf die Begrenzung des Lückentrichters oder des äusseren Kreises ein, so erhält man sogleich die wahrheitsgemässe körperliche Anschauung. Eine trichterartige Vertiefung, die zuletzt durch den inneren Kreis oder die in die Gefässhöhle mündende Oeffnung begrenzt wird, geht weit in die Tiefe hinab. Der Mantel des Trichters entspricht nicht dem eines mathematischen Kreiskegels. Die einzelnen mit verschieden grossen Oeffnungen versehenen Verholzungsschichten erzeugen stufenähnliche Absätze, die bisweilen, besonders bei stärkeren Vergrösserungen auffallend hervortreten.

Die Prismenverschiebung erzeugt die wesentlichsten Veränderungen der Körperbilder in manchen Exemplaren der den Namen der Terpsinoë musica Ehr. führenden Süsswasserdiatomee. Das Gebilde darf weder ganz auf der Fläche, noch vollständig auf der Kante liegen. Nimmt es eine passende Mittelstellung ein, so bringt der Ortswechsel des Prismas neue mehr oder minder breite Seitenflächen zum Vorschein. Das Körperchen erhält hierdurch oft eine ganz andere Gesammtform und behält diese auch trotz der verschiedenen Einstellung des Brennpunktes bei. Die Gestalt wechselt in günstigen Fällen dermaassen, dass die Erscheinung an die oben S. 584 erwähnte stereoskopische, die freilich, wie wir sahen, von anderen Ursachen herrührt, erinnert.

13. Der Wechsel der Prismenstellung kann auch zur Erläuterung des Wettstreites der beiden Netzhäute dienen. Man betrachte z. B. einen blassgrünen mikroskopischen Herapathitkrystall unter mässiger Vergrösserung, lege eine sogenannte farblose Turmalinplatte auf die Ocularlinse des directen Rohres und drehe sie, bis der Krystall bei einäugiger mit diesem Rohre angestellten Untersuchung vollkommen undurchsichtig erscheint. Sieht man ihn hierauf mit beiden Augen zugleich an,

so erscheint er blassgrünn, weil das helle Bild des indirecten Rohres über das dunkele des directen das Uebergewicht hat. Die grosse Helligkeit des Krystalls kann auf den ersten Blick glauben lassen, dass das dunkele Bild vollkommen unterdrückt sei. Die Prismenverschiebung belehrt jedoch eines Bessern. Der hellgrüne Krystall wird merklich dunkler bei vorgeschobenem, als bei zurückgestossenem Prisma, weil in diesem letzteren Falle die Beleuchtung des Gesichtsfeldes, so weit sie sich auf das directe Rokr bezieht, verstärkt und daher auch das durch den Turmalin verdunkelte Bild des Krystalles heller wird.

Man kann eine in mancher Hinsicht entgegengesetzte Wechselerscheinung an dichroitischen Körpern hervorrufen. Ich nehme z. B. Santoninkrystalle, die eine ziemlich intensiv gelbe Farbe bei nicht polarisirtem Lichte zeigen und stelle die über dem directen Rohre befindliche Turmalinplatte so ein, dass nur noch eine Spur von gelber Farbe übrig bleibt. Das binoculare Sehen lässt die Krystalle dunkeler gelb bei vorgeschobenem und heller gelb bei zurückgezogenem Prisma erscheinen, so dass hier immer der Eindruck der Farbe über den der Farblosigkeit überwiegt, die hellere Beleuchtung aber das Uebergewicht verkleinert.

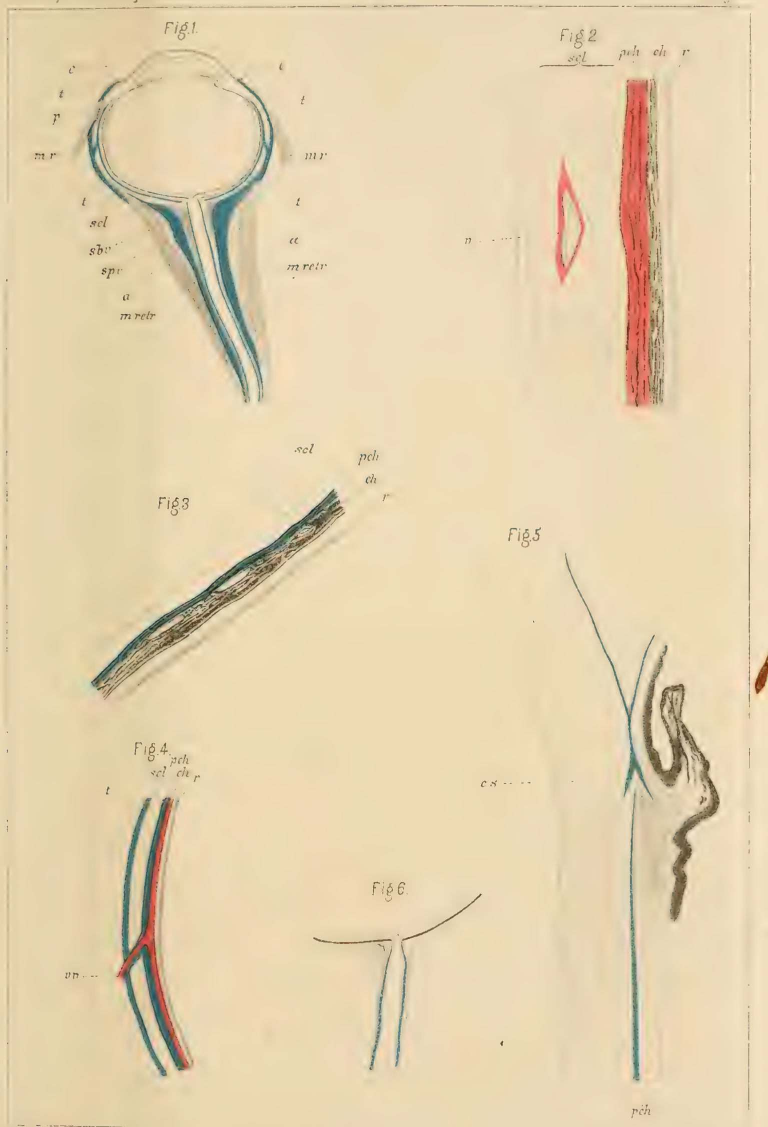
14. Es versteht sich von selbst, dass alle Wechselerscheinungen, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, auch dann wiederkehren, wenn man mit polarisirtem statt des gewöhnlichen Lichtes arbeitet. Die Prismenverschiebung kann aber oft in zweifelhaften Fällen anzeigen, von welchem Theile eine Polarisationsfigur oder eine Polarisationsfarbe herrührt. Sie vermag bisweilen überdiess jene beiden Polarisationswirkungen wesentlich umzuändern. Man nehme einen dünnen Schliff der optisch einachsigen Kalksäulen der Schaale z. B. von Anodonta und untersuche bei dunkelem Gesichtsfelde des binocularen Polarisationsmikroskopes. Einzelne Querschnitte zeigen dann häufig das Polarisationskreuz nur bei vorgeschobenem und andere nur bei zurückgestossenem Prisma, weil der Querschnitt nicht vollkommen senkrecht auf der Längsachse der mikroskopischen Kalkspathprismen steht. Die gleichartige Wirkung dehnt sich dann auch in der Regel auf einen grösseren Bezirk, also auf eine bedeutendere Summe der Säulenquerschnitte aus. Viele der zierlichen Krystalle kohlensauern Kalkes aus dem Baste von Cortex Squillariae Saponariae erscheinen prachtvoll violettroth bei vorgeschobenem und

intensiv blau bei zurückgestossenem Prisma. Grün oder Gelbgrün verwandelt sich in anderen in Roth u. s. w. Manche Krystalle endlich ändern nicht die Farbe, sondern nur die Helligkeit und einzelne selbst diese nicht. Die rhombischen Blättchen, vorzugsweise die gesplitterten des Gallenfettes geben auch oft Verrückungen und mannigfache Aenderungen der Polarisationsfarben. Ein Ortswechsel der Färbungen zeigt sich häufig an den Krystallen des Tripelphosphats. Manche Krystalle, wie z. B. die des Cystin, lassen nur die hellen und die beschatteten Stellen mit der Prismenverschiebung durchgreifend wechseln. Die Erscheinung zeigt sich unter schwachen Vergrösserungen am Auffallendsten.

Endlich 15. hindern zwar die schon in dem früheren Aufsatze erwähnten, bei sehr starken Vergrösserungen auftretenden und das Gesichtsfeld fast halbirenden Schattenstreifen den vortheilhaften Gebrauch solcher Vergrösserungen, wie sie z. B. durch Hartnack Nr. 9 oder die Eintauchungslinse dieses Optikers Nr. 10 oder die von Amici erzeugt werden. Auch abgesehen davon müssten die mit grosser Kugelabweichung versehenen Oculare durch andere stärker vergrössernde ersetzt und sehr genau centrirte Blendungen hergestellt werden, wenn man hier zum Ziele gelangen wollte. Da sich aber der durch das directe Rohr allein betrachtete halbirende Schattenstreifen links oder aussen befindet, wenn das Prisma vorgeschoben, rechts oder innen dagegen, sowie er zurückgestossen ist, so kann man auch das binoculare Mikroskop als monoculares gebrauchen, dabei ein stärkeres Ocular in das zur Beobachtung bestimmte Rohr einsetzen und die Doppelstellung des Prisma bei der Benutzung sehr starker Objective dazu verwenden, den einen oder den anderen Theil eines mikroskopischen Gegenstandes abwechselnd zu beschatten oder abzublenden.

Druck von Carl Georgi in Bonn.




Fig. 1.
c
t
r
m r
t
scl
sbv
spv
a
m retr
Fig. 2
scl
pch
ch
r
n
Fig. 3
scl
pch
ch
r
Fig. 4.
t
scl
pch
ch
r
vn
Fig. 5
cs
pch
Fig. 6.

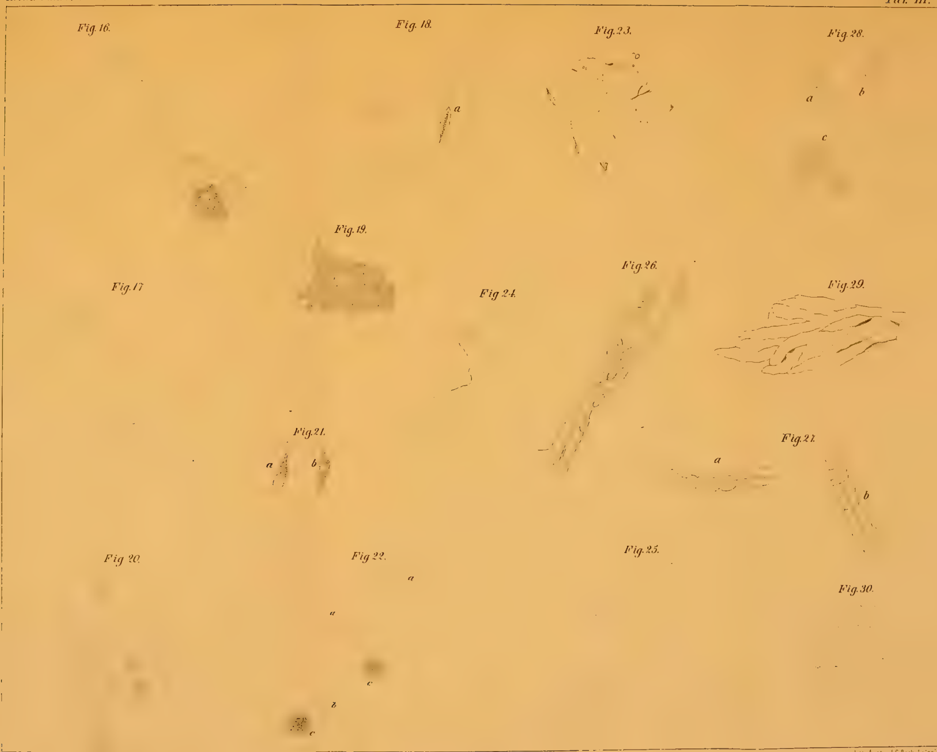
Walbe, del.





Schwalbe del. Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

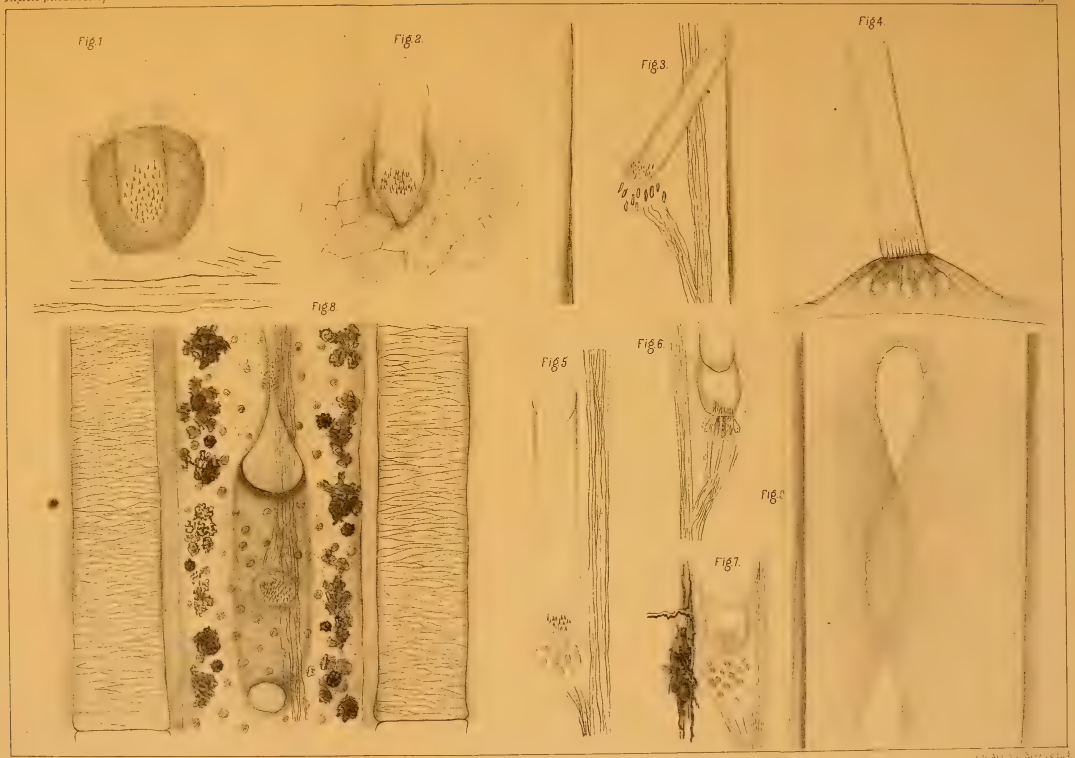




Schwalbe del.

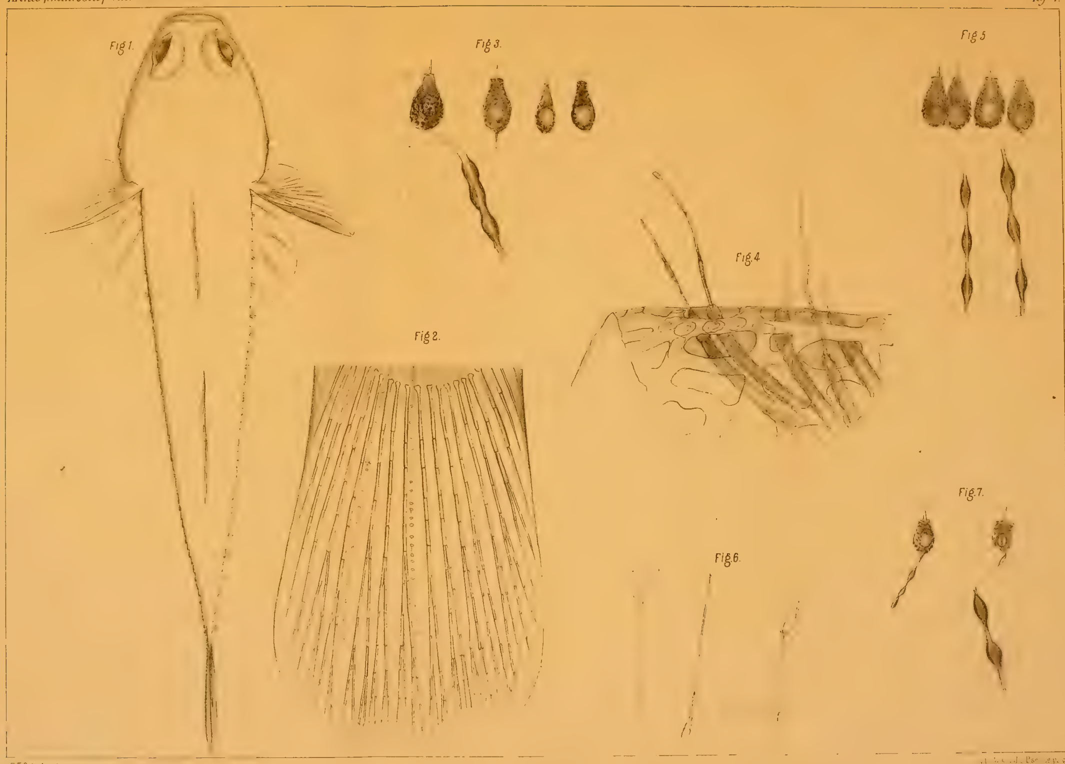
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





F. E. Schulze, del.





F. E. Schulze del.



Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4.

Fig. 5

Fig. 6

F. E. Schulze, del.



Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

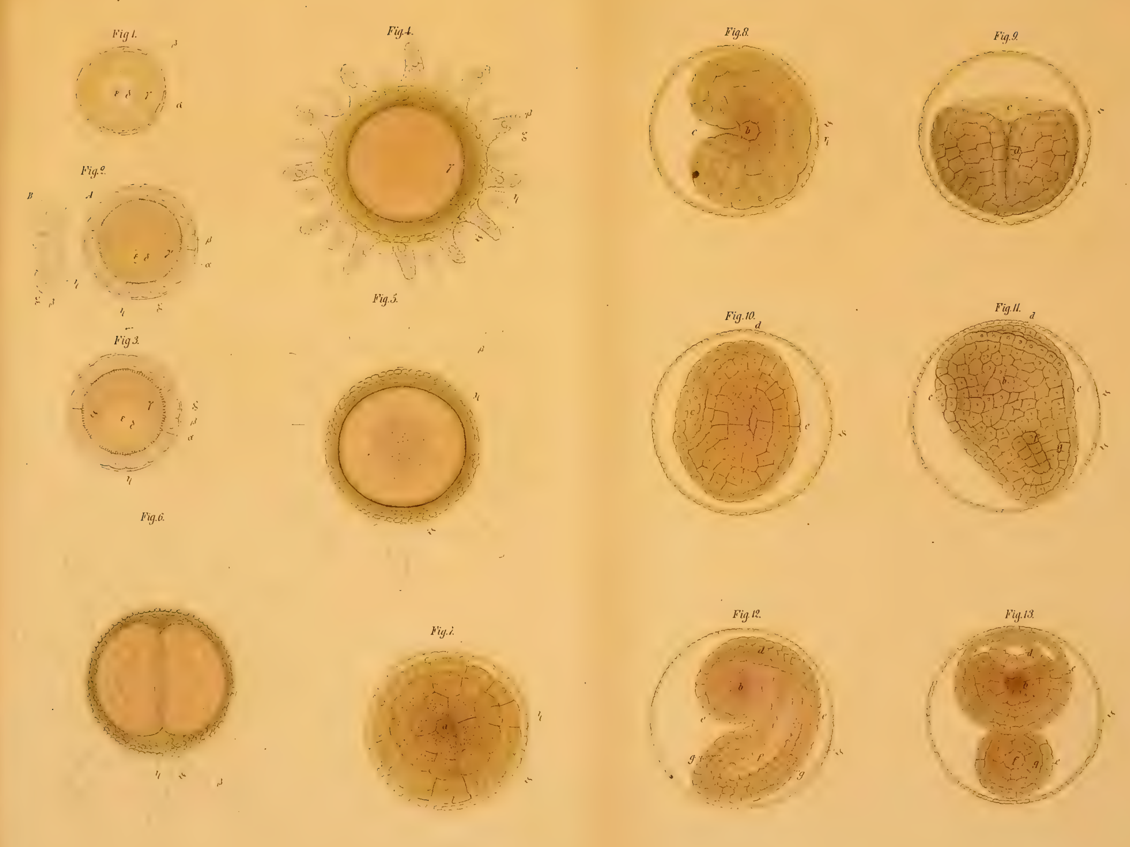
Fig. 6.

Fig. 2.

Fig. 7.

Fig. 8.

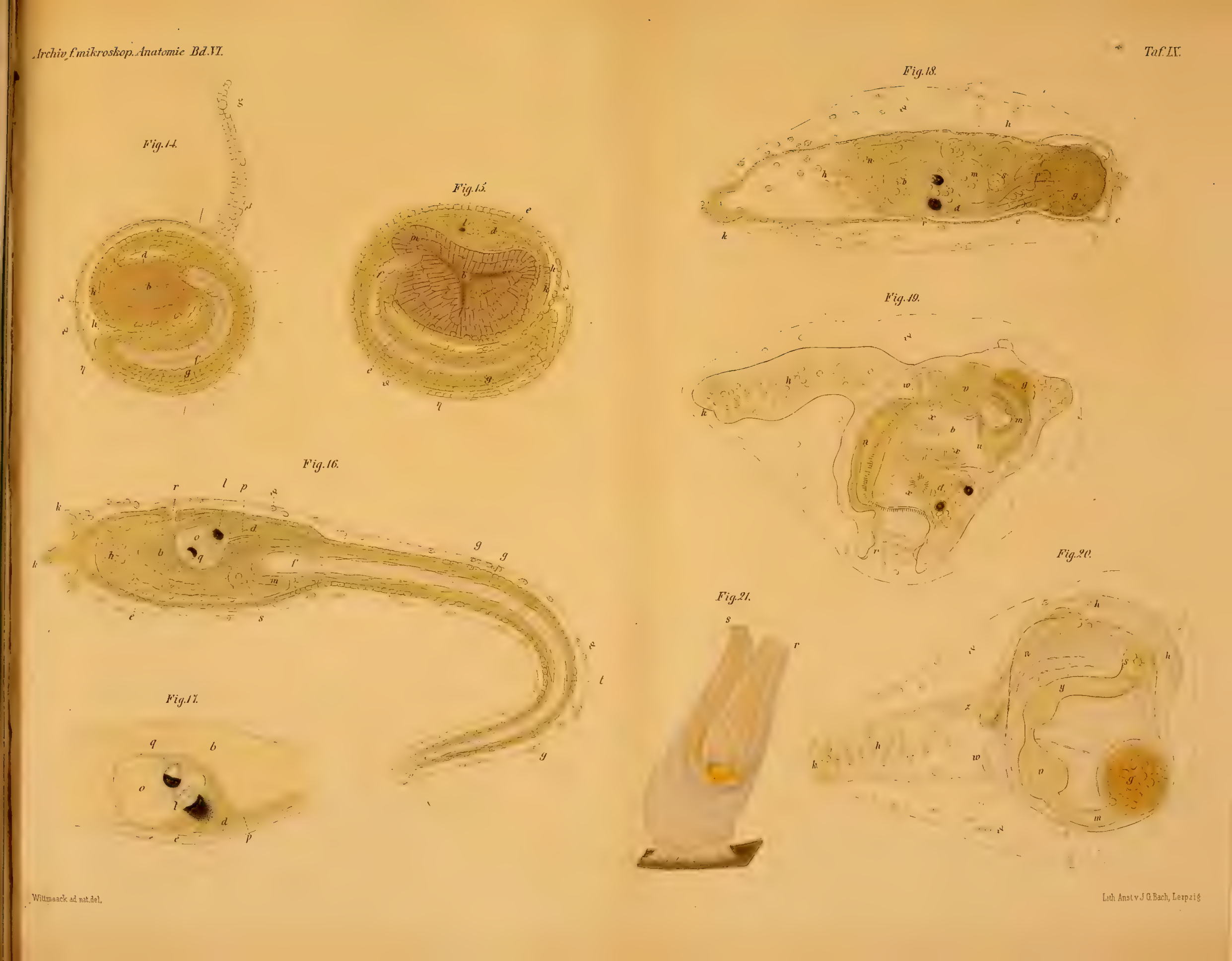




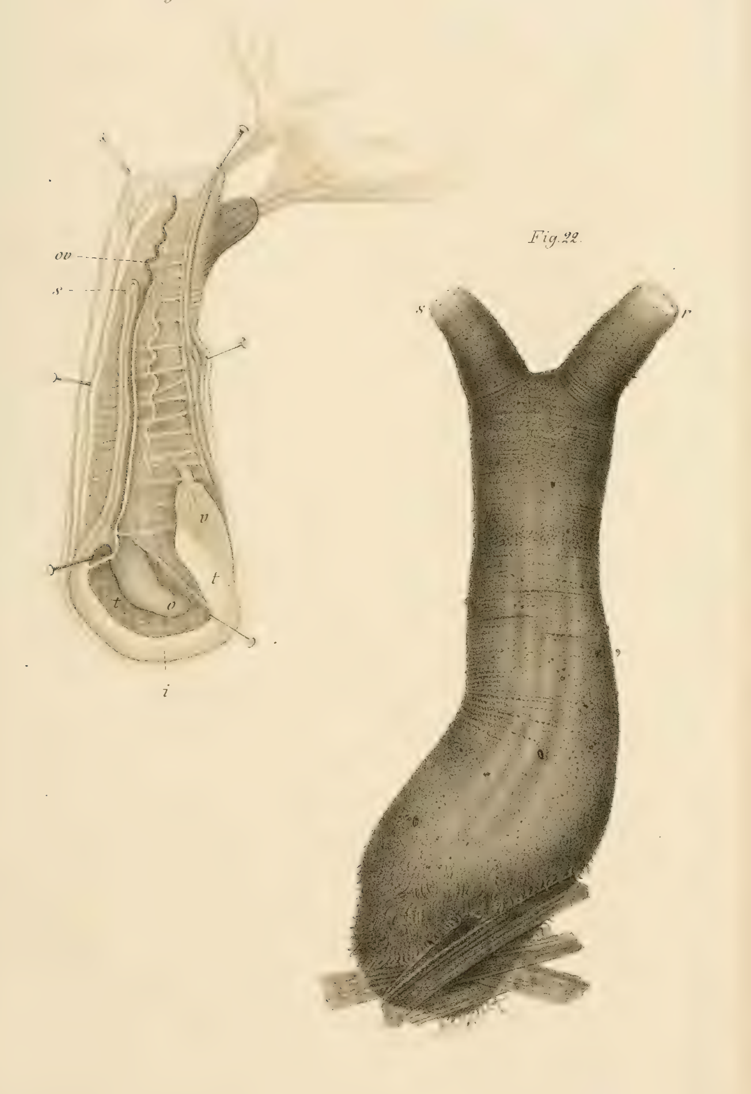
Wittmaack ad nat. del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.




Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.





Wittmaack ad nat. del.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig




Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 9.
Fig. 3.
Fig. 12.
Fig. 10.
Fig. 4.
Fig. 11.
Fig. 11.
Fig. 5.
Fig. 2.
Fig. 13.
Fig. 1.
a
b
c
d
e
f
g
a
b
c
d





Joseph del.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



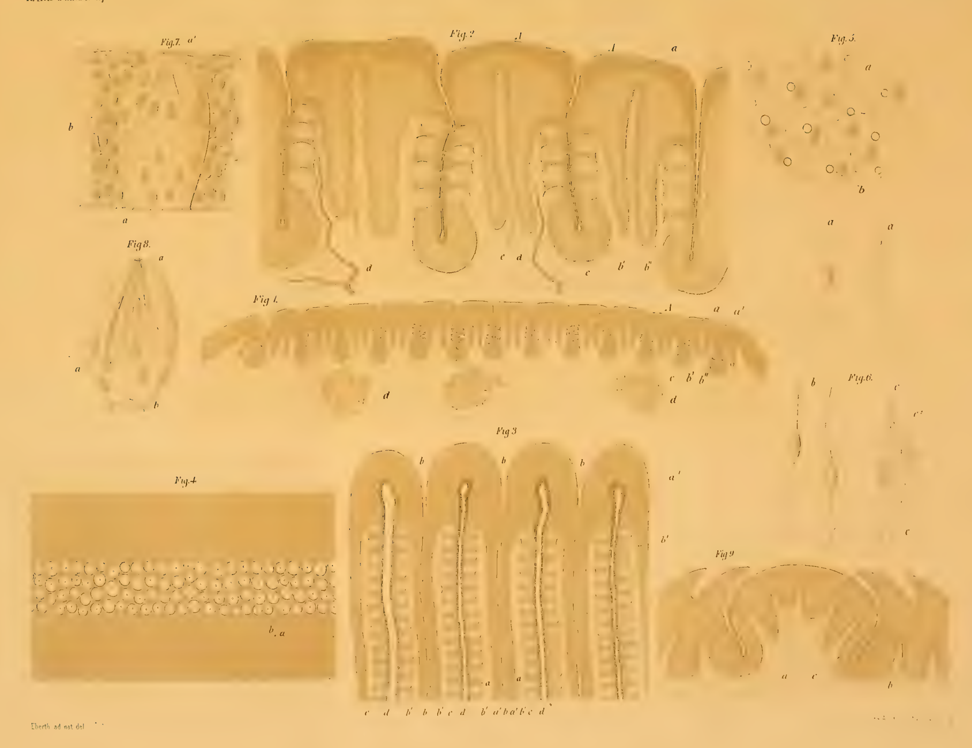

Fig 1.
r
r
a
a
a
c
c
c
Fig 2
r
r
Fig 3
G
e
e
Gr
b
b
Gr
e
c
a
a
a
Z
M
G
Fig 4
b
c
b
a
a
b
a
d

Hadlich del.




Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8
Eberth ad nat. dc.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



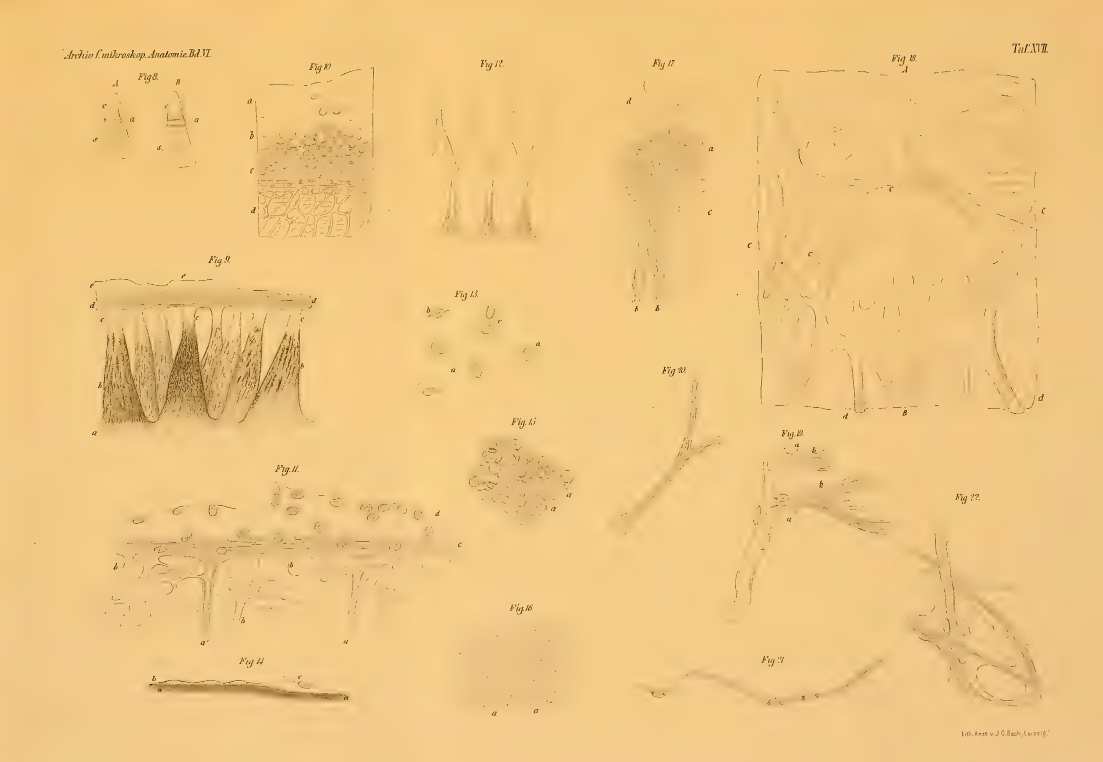


Eberth ad nat. del.




Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Scl.
Sel
m.c
p.c
c.a
c.s
c.j.
o.s.
c.P.
c.v.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



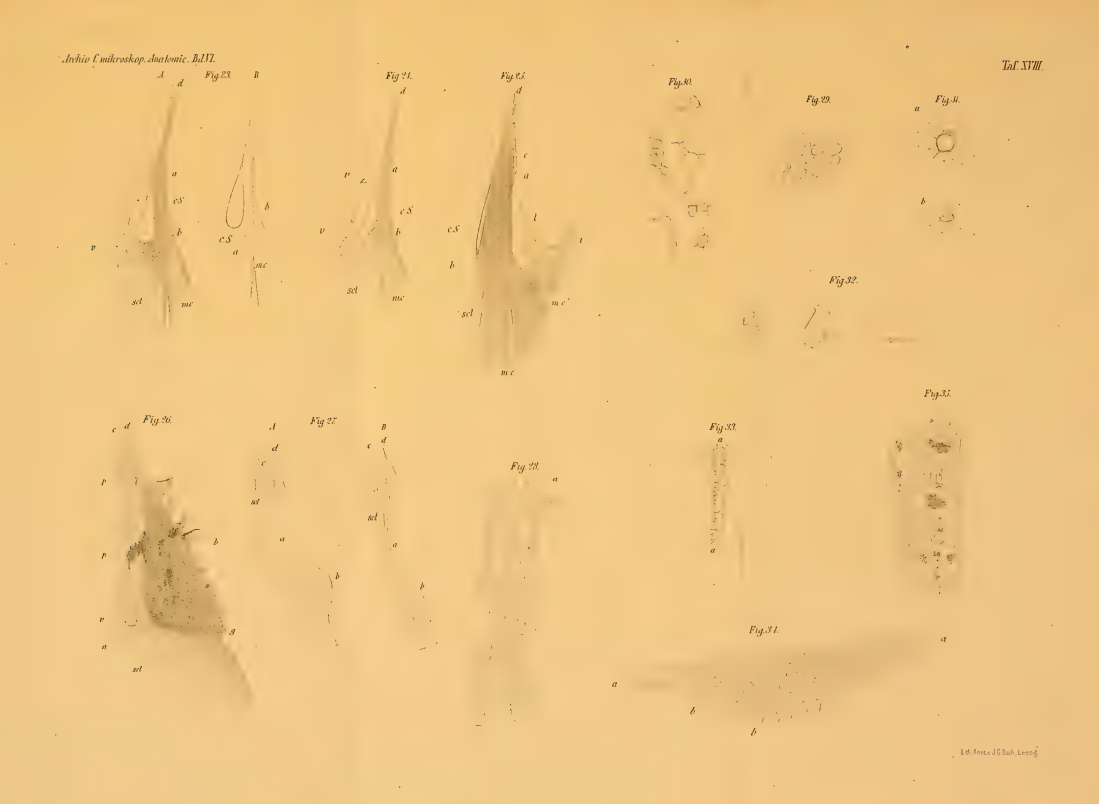

Fig. 23.
A
B
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 30.
Fig. 29.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 33.
Fig. 35.
Fig. 34.
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



Fig 1.

a

b

Fig 2

f

st

Fig 4

b

c

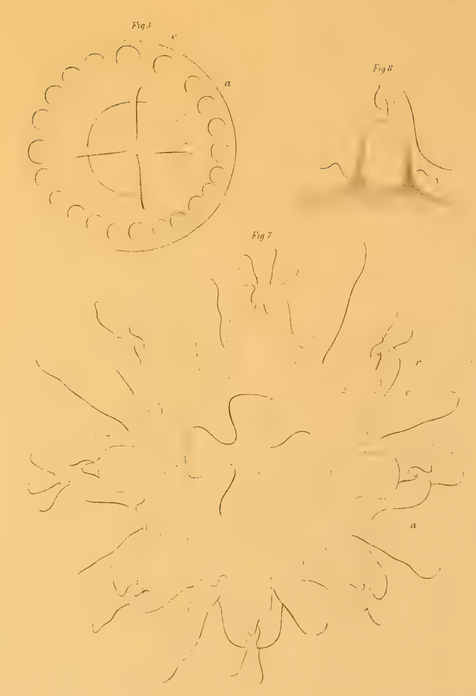
st

Fig 6

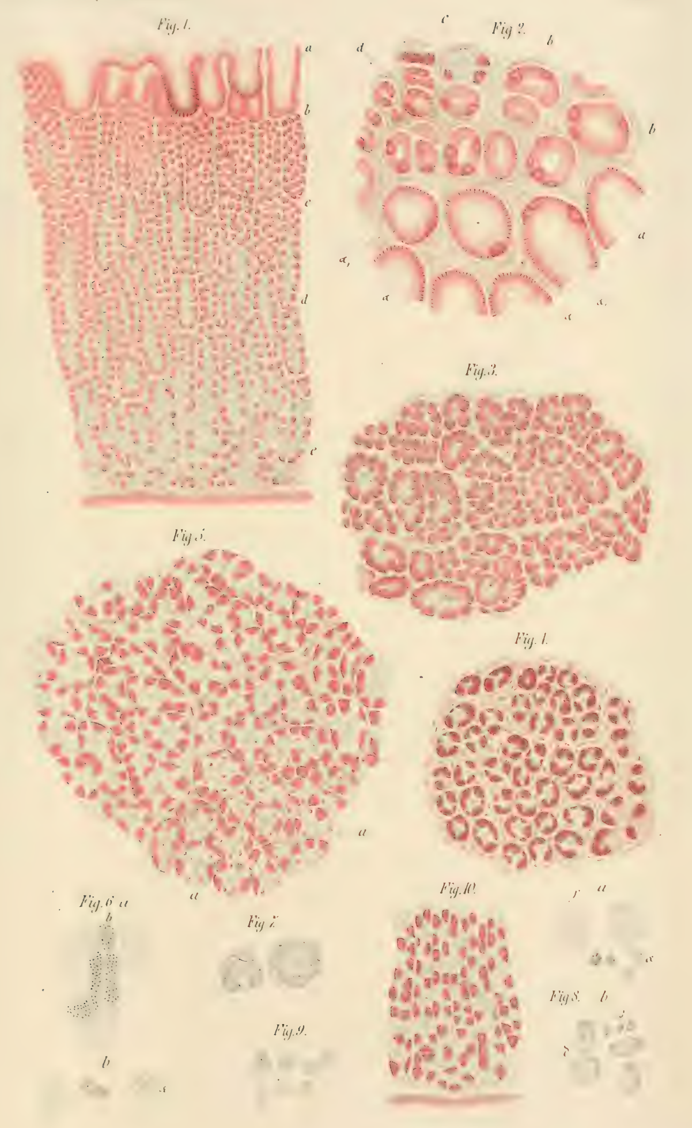
c

Fig 5

c

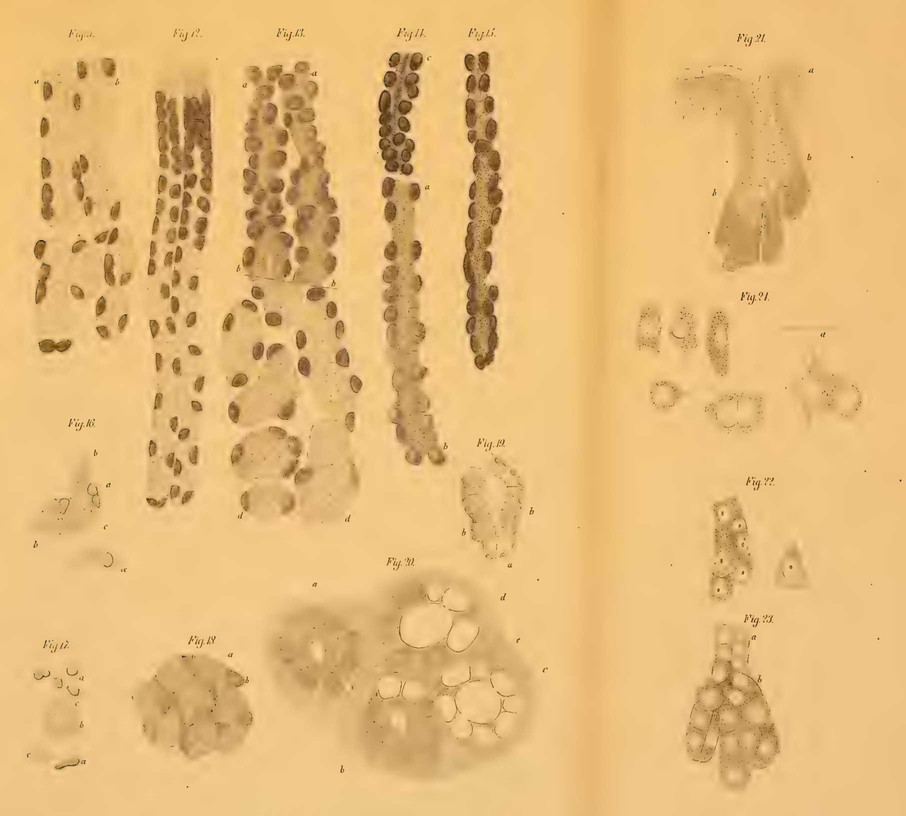






Lith. Anst. v. J. A. Bach, Leipzig.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.





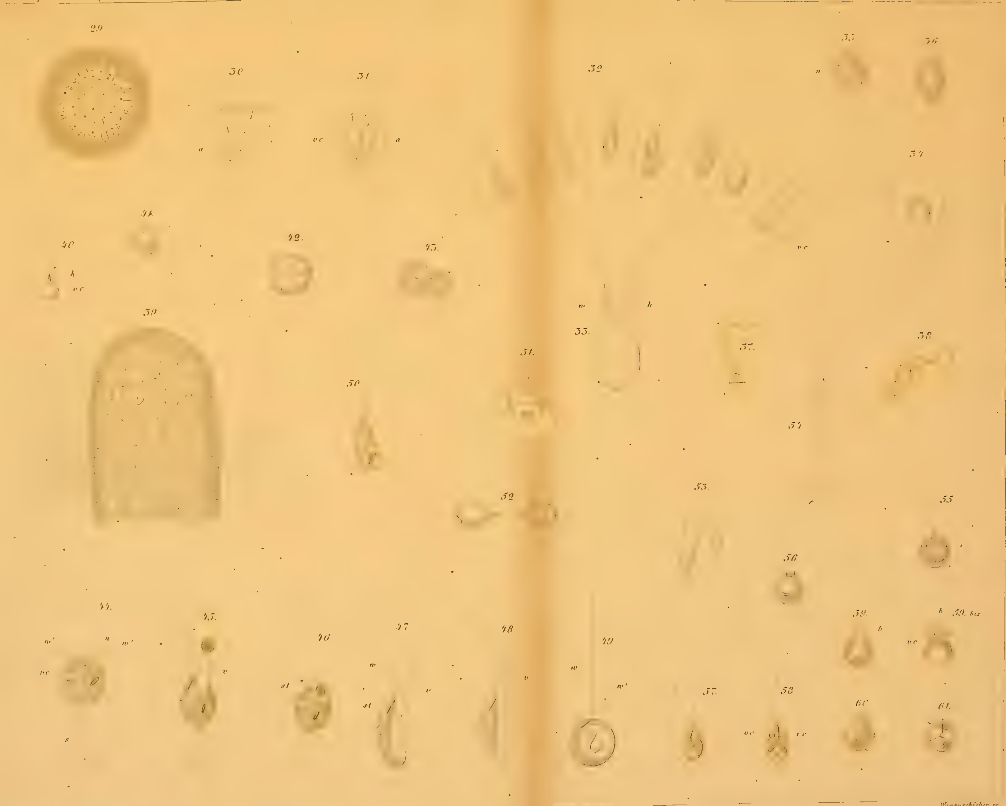
F. E. Schulze del.   Wagenschieber sc.





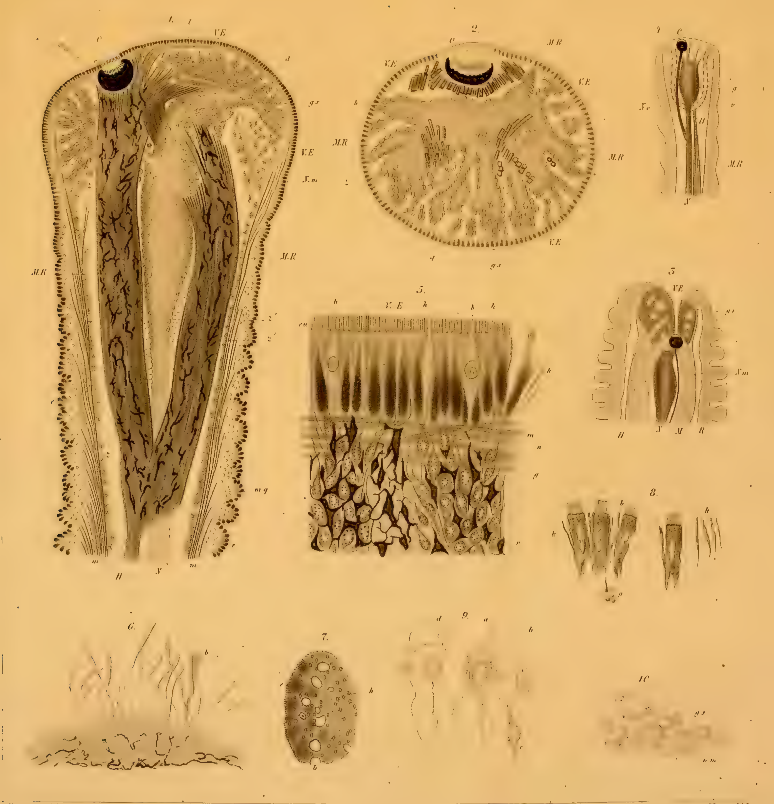
Cienkowski del. Wagenschuber sc.





Cienkowski del. Wagenschieber sc.





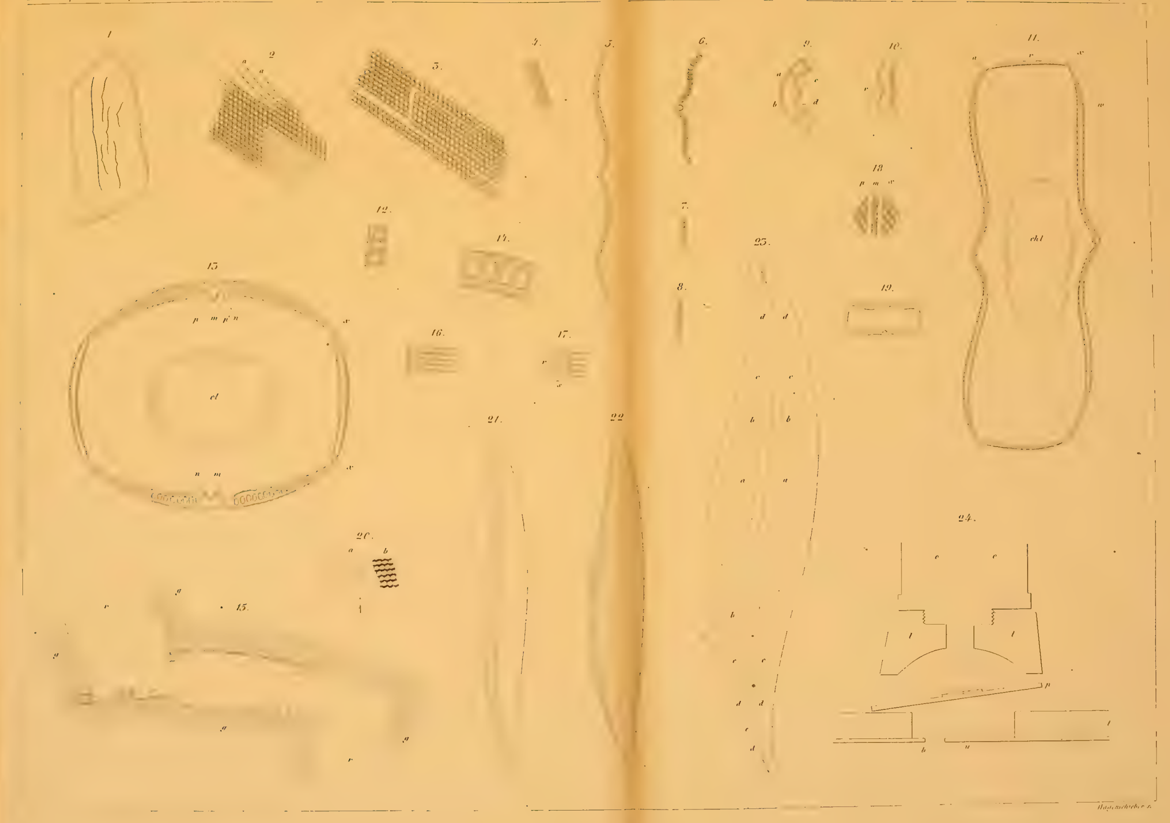
Flemming del. Wagenschieber sc.



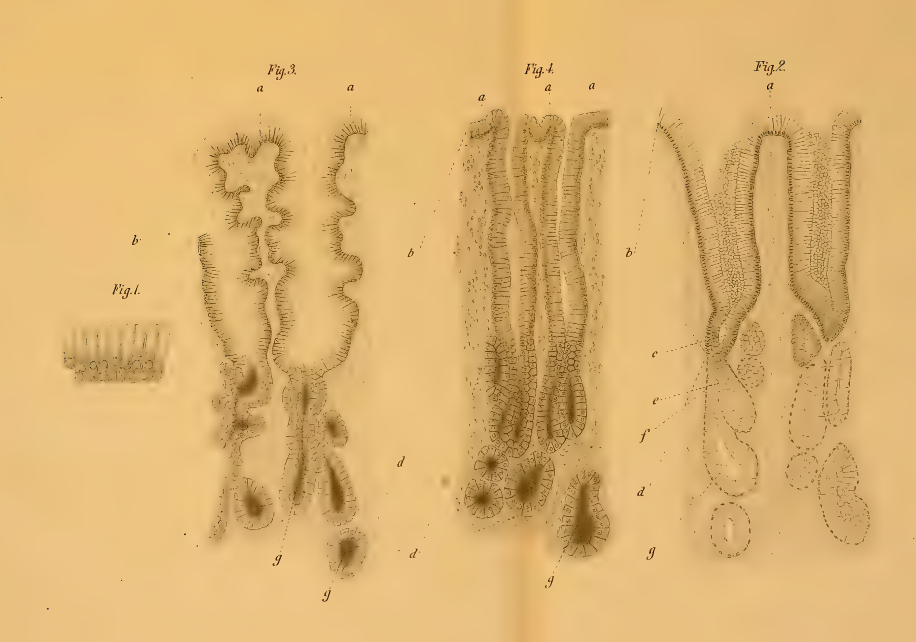


Flemming del. Wagenschieber sc.









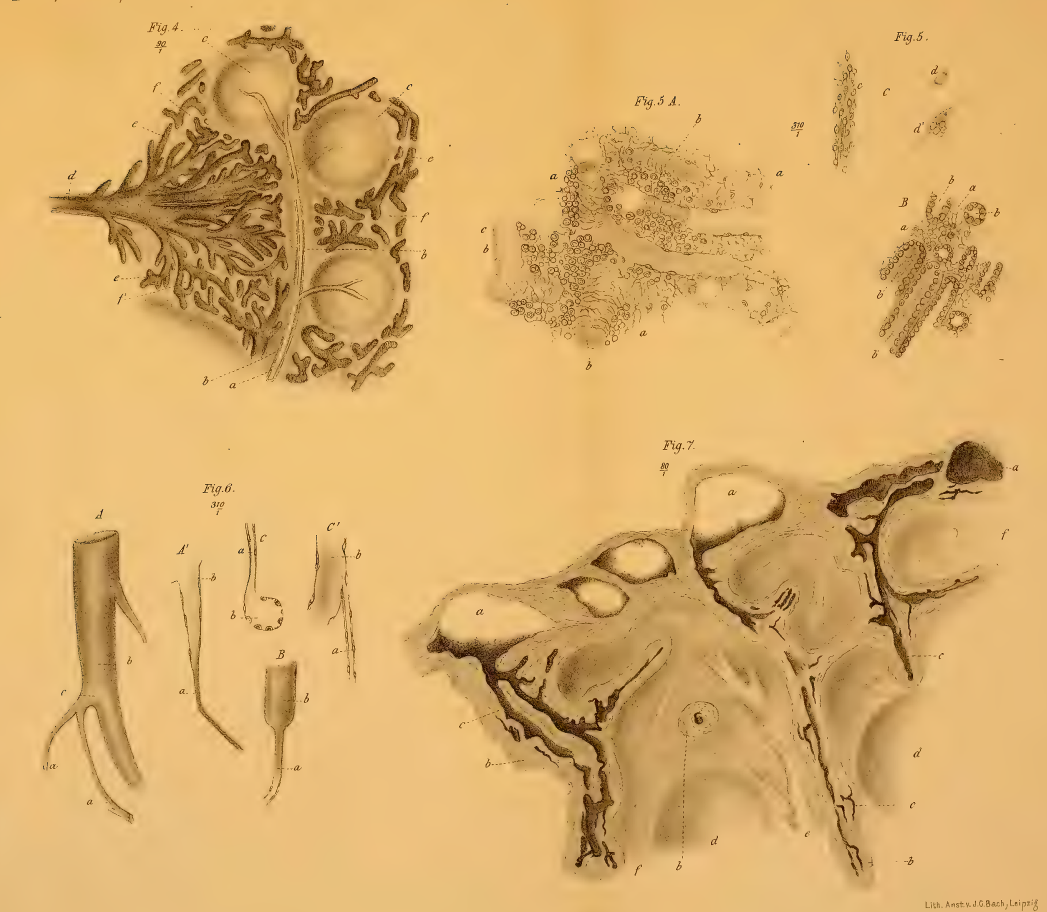
Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.



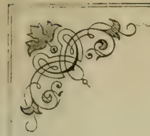
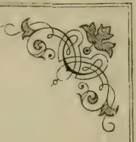


Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig




Fig. 4.
90/1
Fig. 5 A.
Fig. 5.
310/1
Fig. 6.
310/1
Fig. 7.
80/1
Lith. Anst. v. J.G. Bach, Leipzig



Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Sechster Band.

Erstes Heft.

Mit 7 Tafeln.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1870.



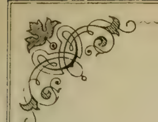

Inhalt.

Von dem „Archiv für Mikroskopische Anatomie“ erscheinen jährlich vier Hefte, welche einen Band bilden. Der Preis der Hefte richtet sich nach deren Umfang.

Die Herren Mitarbeiter, welche ersucht werden, ihre Beiträge gefl. direct an den Herrn Herausgeber zu senden, erhalten 25 Separatabzüge in Umschlag geheftet.

Die Verlagshandlung **Max Cohen & Sohn** in **Bonn.**






Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

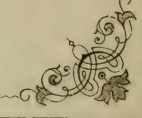
Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Sechster Band.

Zweites Heft.

Mit 7 theils in Farbendruck ausgeführten Tafeln und 3 Holzschnitten.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1870.

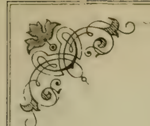
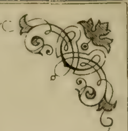


Inhalt.

Von dem „Archiv für Mikroskopische Anatomie“ erscheinen jährlich vier Hefte, welche einen Band bilden. Der Preis der Hefte richtet sich nach deren Umfang.

Die Herren Mitarbeiter, welche ersucht werden, ihre Beiträge gefl. direct an den Herrn Herausgeber zu senden, erhalten 25 Separatabzüge in Umschlag geheftet.

Die Verlagshandlung **Max Cohen & Sohn** in **Bonn.**

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

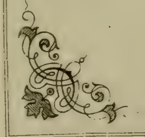
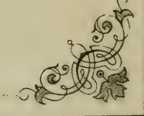
Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Sechster Band.

Drittes Heft.

Mit 8 Tafeln.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1870.

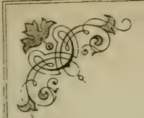
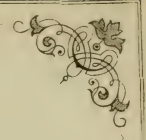



Inhalt.

Von dem „Archiv für Mikroskopische Anatomie" erscheinen jährlich vier Hefte, welche einen Band bilden. Der Preis der Hefte richtet sich nach deren Umfang.

Die Herren Mitarbeiter, welche ersucht werden, ihre Beiträge gefl. direct an den Herrn Herausgeber zu senden, erhalten 25 Separatabzüge in Umschlag geheftet.

Die Verlagshandlung **Max Cohen & Sohn** in **Bonn.**

Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

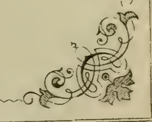
Max Schultze,
Professor der Anatomie und Director des Anatomischen Instituts
in Bonn.

Sechster Band.

Viertes Heft.

Mit 8 Tafeln und 2 Holzschnitten.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn.
1870.

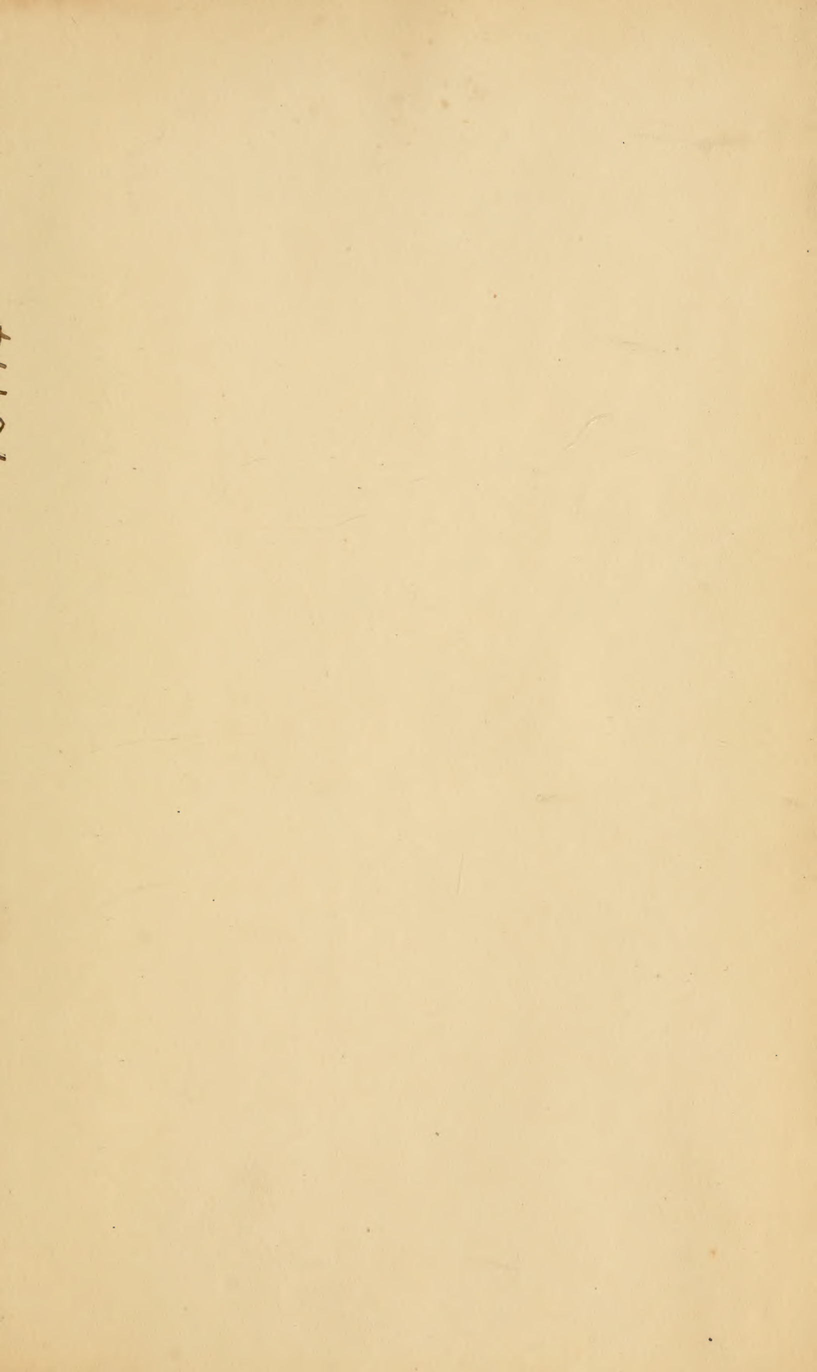


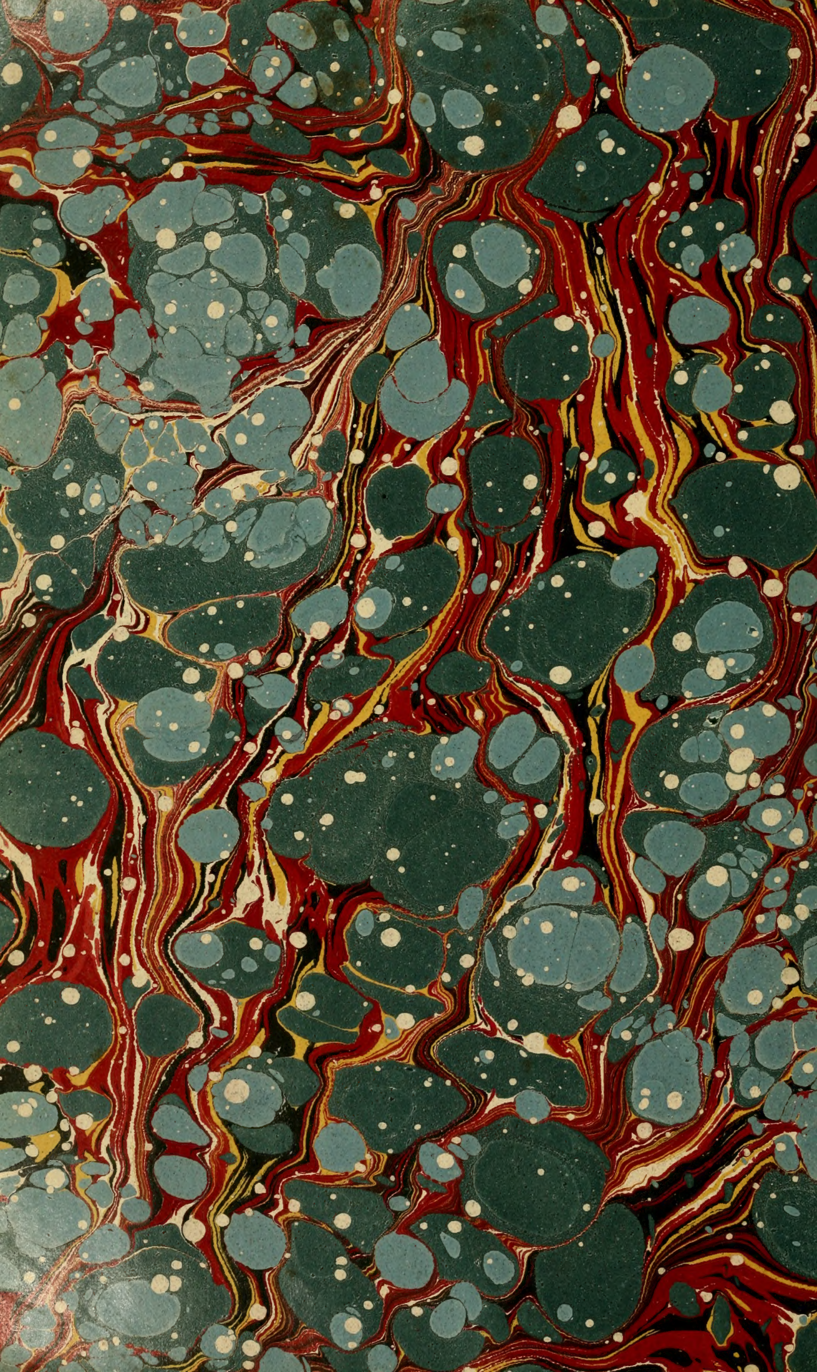
Inhalt.

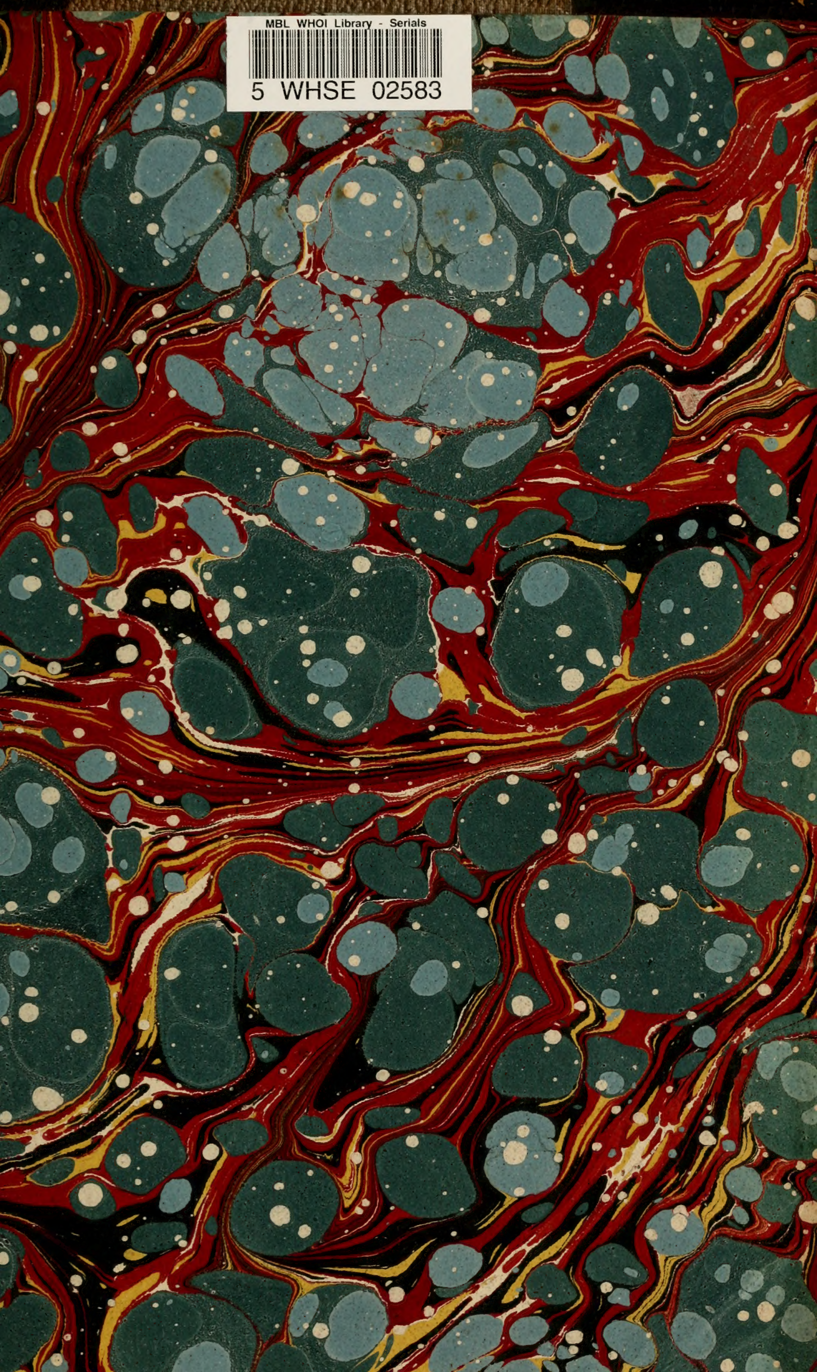











MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02583

